

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Yıl: 2018
Sayı:27

CİLT III
SOMA

ISSN NO:1304-6330

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
Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN
Öğr. Gör. Fırat TEKİN
Öğr. Gör. Erkan HAFIZOĞLU

Sekreter:

Öğr. Gör. Fatih SUVAYDAN

**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:

Doç. Dr. Ali Demir
Doç. Dr. Ersin ASLAN
Doç. Dr. Uğur ÇALIGÜLÜ
Dr. Öğr. Üyesi Adem ÖZÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Ali KUMANLIOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Ali YURDDAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Duygu ATCI
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim AYDIN
Dr. Öğr. Üyesi İrem DENİZ
Dr. Öğr. Üyesi Özgür GÜMÜŞ
Dr. Öğr. Üyesi Yiğit AKSOY

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- TAGUCHI METODU KULLANILARAK SÜLFÜRİK ASİT
ORTAMINDA LATERİTİK CEVHERDEN NİKEL ÇÖZÜNMESİNİN
İNCELENMESİ**

Tevfik AĞAÇAYAK, Ali ARAS.....1-10

**2- MESLEKİ EĞİTİM PROGRAMLARININ SEKTÖR VE YEREL
YÖNETİMLERLE İŞBİRLİĞİNE UYGUN HALE GETİRİLMESİ:
OSMANİYE MYO HARİTA VE KADASTRO PROGRAMI ÖRNEĞİ**

Nuri ERDEM , Hüseyin İNCE.....11-23

**3- JEOTERMAL ENERJİ KAYNAKLI ATIK ISININ SERALARDA
KULLANILMASI VE SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ**

Ramazan KAYABAŞI24-38

**4- FENOLİK BİLEŞİKLER, EKSTRAKSİYON METOTLARI VE
ANALİZ YÖNTEMLERİ**

Eylem ATAK, Mehmet Emin USLU39-48

**5- GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TAHRİBATSIZ MUAYENE
YÖNTEMLERİ**

Tuğçe YAĞCI, Aytaç ÇİDEM, Hülya DURMUŞ.....49-61

6- İNGİLİZCE ÖĞRETİMİ İÇİN MOBİL UYGULAMA ÖRNEĞİ

Volkan SÖZERİ, Coşkun HARMANŞAH62-70

**7- KİRİŞSİZ VE KİRİŞLİ DÖŞEMELİ BETONARME BİNALARIN
YAPISAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Sibel SAĞLIYAN71-87

**8- Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu
Teknik Bilimler Dergisi Yazım Kuralları.....88-89**

TAGUCHI METODU KULLANILARAK SÜLFÜRİK ASİT ORTAMINDA LATERİTİK CEVHERDEN NİKEL ÇÖZÜNMESİNİN İNCELENMESİ

Tevfik Ağaçayak^{1*}, Ali Aras²

ÖZET

Bu çalışmada, lateritik cevherden sülfürik asitli ortamda nikelin farklı koşullarda çözündürülmesi araştırılmıştır. Deneysel parametreleri olarak; süre, karıştırma hızı, sıcaklık, sülfürik asit derişimi ve tane boyutu seçilmiştir. Ortogonal dizi (OD) deneysel tasarım planı L_{16} olarak belirlenmiştir. Bu deneysel tasarım ile farklı şartlarda 16 adet liç deneyi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlardan elde edilen metal çözünme verimleri (MÇV) göz önüne alınarak, her test koşulunun sinyal/gürültü (S/G) oranları hesaplanarak anlamlılık analizleri (ANOM) ve optimizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon çalışmaları sonucunda en yüksek MÇV'nin ve S/G oranının Test 10'da elde edildiği görülmüş ve doğrulama deneyi ile karşılaştırılmıştır. Optimizasyon şartlarında yapılan liç testleri sonucunda (S/G) oranının 38,97 ve metal çözünme veriminin (MÇV) ortalama %88,97 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, deney sonuçlarına varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve her faktörün nikel çözündürülmesine olan katkısı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Taguchi metodu, liç, lateritik nikel cevheri.

INVESTIGATION OF NICKEL DISSOLUTION FROM LATERITIC ORE IN SULPHURIC ACID MEDIA USING TAGUCHI METHOD

ABSTRACT

In this study, the dissolution of nickel from lateritic ore in sulphuric acid media using different conditions was investigated. Leaching time, stirring speed, temperature, sulphuric acid concentration and particle size were selected as experimental parameters. The orthogonal array (OA) experimental design plan was determined as L_{16} . 16 leaching experiments were carried out with this experimental design under different conditions. Considering the metal dissolution recoveries (MDR) obtained from the results, signal/noise (S/N) ratios of each test condition were calculated and the analysis of mean and optimization studies were performed. As a result of the optimization works it was seen that the maximum MDR and S/N ratio were obtained in Test 10. After, this results were compared with the verification experiment. As a result of the leaching tests performed under the optimization conditions, it was determined that the S/N ratio was 38.97 and the metal dissolution recovery (MDR) was 88.97%. In addition,

¹ Doç.Dr., Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 42075, Konya, e-mail:tevfik@selcuk.edu.tr, *Sorumlu Yazar

² Dr.Öğr.Üyesi, Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 42075, Konya

variance analysis (ANOVA) was applied to the test results and the percentage contributions of each factor for the extraction of nickel were determined

Key words: Taguchi method, leaching, lateritic nickel ore.

1. GİRİŞ

Endüstriyel uygulamalarda kullanılan nikel yüksek sıcaklığa, oksidasyona ve alkalilere karşı korozyona dayanıklılığı sebebiyle alaşımlarda ve paslanmaz çelik üretiminde istenilen önemli metallere birisidir (Li ve ark., 2012; Park ve Nam, 2008). Ekonomik nikel yatakları genellikle magmatik sülfütlü ve lateritler olmak üzere iki tip yataklanma gösterirler. Sülfürlü nikel cevherleri %0,15-8 Ni tenörü içerirken; mevcut bilinen yatakların %93'ü %0,2-2 Ni içerdiği bilinmektedir (Hoatson, 2006). Nikel içerikli lateritik cevherler ise ortalama %1-3 arasında nikel tenörüne sahiptirler (TMMOB Maden Mühendisleri Odası, 2012). Lateritik cevherleşmeler ekvatorial bölgelerde yaygın olarak bulunan oksit cevherleridir. Lateritik nikel yatakları ise ultramafik kayaların aşınması ile olivin, piroksen ve amfibol gibi mineralleri içeren cevherleşmeler olarak bilinmektedirler (Golightly, 1981).

Dünya nikel rezervinin yaklaşık olarak %70'ini lateritik cevherler oluştururken, %30'unu sülfürlü cevherler oluşturmaktadır (Dalvi ve ark., 2004; Soler ve ark., 2008). Nikel üretiminin ise %40'ının lateritik cevherlerden sağlandığı bilinmektedir (Luo ve ark., 2010). Artan nikel talebi göz önünde bulundurulduğunda, yeni prosesler geliştirilmesi ile üretimlerin lateritik cevherlerden sağlanması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Lateritik cevherlerden nikel üretimi pirometalurjik ve hidrometalurjik yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir (Deeptana ve ark., 2006). Lateritler içerisinde nikel bağımsız mineral olarak bulunmadığı gibi başta götit [FeO(OH)] olmak üzere demir içeren minerallerle bulunmaktadır. Bu nedenle, hidrometalurjik yöntemlerin kullanılması daha uygun olmaktadır (Dalvi ve ark., 2004). Literatürde, yüksek basınç veya atmosferik basınç (karıştırma veya yığın liçi) kullanarak farklı çözeltilerde lateritik nikel cevherlerinden nikelin çözündürülmesi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Sülfürik asitli ortamda yapılmış olan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Luo ve ark (2010) tarafından atmosferik basınç altında sülfürik asit kullanarak saprolitik lateritlerin liçi araştırılmıştır. Agacayak ve Zedef, (2012) sülfürik asitli ortamda karıştırma liçi kullanarak Karaçam (Eskişehir) lateritik nikel cevherlerinden nikelin çözündürülmesinin kinetiği üzerine çalışmışlardır. Georgiou ve Papangelakis, (1998) limonit içerikli lateritik cevherlerin başlıca sülfürik asit liçi üzerine çalışmalar yapmış ve bu cevherlerin çözünme kimyasını ve kinetiğini araştırmışlardır. Rubisov ve ark (2000) limonit ve saprolitlerin sülfürik asitli ortamda basınç liçi şartlarının belirlenmesi için çalışmalar gerçekleştirmişler ve çözünme kinetiğini belirlemeye çalışmışlardır. Stopic ve ark (2002) ise atmosferik şartlar altında sülfürik asitli ortamda Sırbistan lateritik cevherlerinden nikelin çözünme şartlarını ve kinetiğini belirlemişlerdir.

Liç çalışmalarının ana amacı metal kazanımının yüksek bir verim ile sağlanmasıdır. Bu nedenle, liç parametrelerinin optimizasyonunun yapılması ayrıca önem taşımaktadır. Çok fazla parametrenin kullanıldığı deneysel çalışmalarda, her bir faktörün etkisini tanımlayabilmek için çok fazla sayıda deney yapılması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda, Taguchi deneysel tasarım (Taguchi, 1987) metodunun kullanılması ile maliyetler geleneksel deneysel tasarım yöntemlerine kıyasla azalmakta ve istenilen seviyeye yakın performans sağlamaktadır. Bu

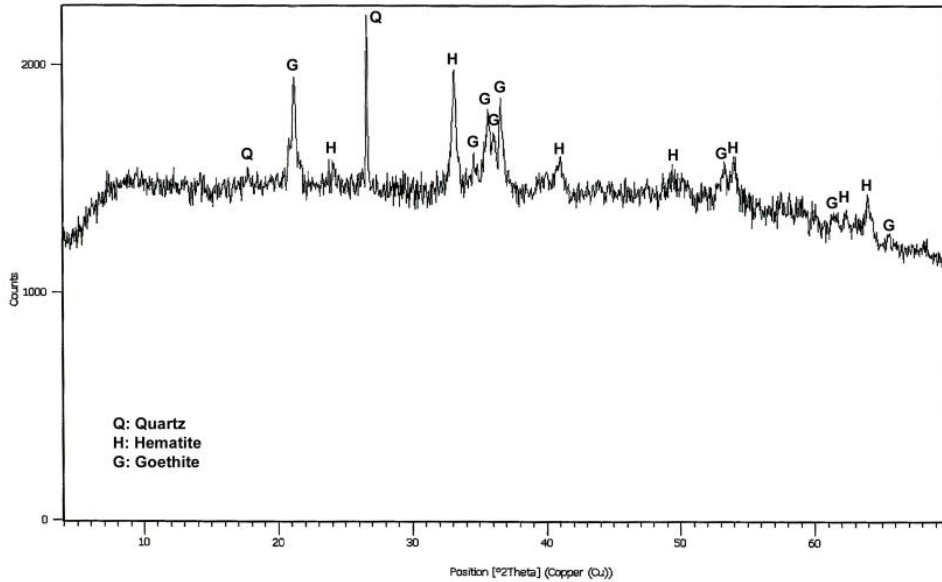
yöntemin, önemli avantajlarından biri laboratuvar çalışmalarından elde edilen optimum koşulların gerçek üretim koşullarına uyarlanmasıdır (Taguchi, 1987; Roy, 1995; Dönmez ve ark., 1998; Ata ve ark., 2001; Demir ve Dönmez, 2008; Safarzadeh ve ark., 2008). Taguchi yöntemi, hem liç çalışmaları hem de diğer bilimsel alanlarda optimizasyon çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ata ve ark., 2001; Copur, 2002; Abali ve ark., 2006; Moghaddam ve ark., 2006; Safarzadeh ve ark., 2008; Demir ve Dönmez, 2008; Bese ve ark., 2010; İlyas ve ark., 2010; Abali ve ark., 2011; Zolfaghari ve ark., 2011; Babaei-Dehkordi ve ark., 2013; Dogan ve Yartasi, 2014; Asl ve ark., 2015).

Bu çalışmada, lateritik cevherden sülfürik asitli ortamda nikelin farklı koşullarda çözündürülmesi Taguchi (L_{16}) deneysel tasarım metodu kullanılarak araştırılmıştır. Deneysel tasarım parametreleri olarak, süre, karıştırma hızı, sıcaklık, sülfürik asit derişimi ve tane boyutu kullanılmış olup ve her bir faktörün dört farklı seviyesi incelenmiştir. Deneysel başarıları metal çözünme verimlerinin (MÇV) yüzdesi ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmalara ilaveten, deneysel sonuçlarına varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve her faktörün nikel çözündürülmesine olan katkısı belirlenmiştir.

2. MALZEME ve YÖNTEM

2.1. Numune Hazırlama

Liç deneylerinde kullanılan, lateritik nikel cevheri Gördes (Manisa) bölgesinden temin edilmiştir. Cevher numunesi, çeneli kırıcı ile kırılarak, daha sonra çubuklu değirmen ile -212 μm tane boyutuna indirilmiştir. Bruker marka D8 Advance model X-Işını Difraktometresi kullanılarak mineralojik analiz gerçekleştirilmiştir. XRD sonuçlarına göre, cevher numunesinin götit, hematit ve kuvars içerdiği görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Cevher numunesine ait XRD sonuçları.

Deneylerde kullanılmak üzere, yaş eleme yapılarak 4 farklı tane boyutunda elenmiştir. Elenmiş numuneler etüvde 105°C’de, 24 saat kurutulmuştur. Temsili bir miktar numune alınarak, kral suyunda çözünmüştür. Nikel ve demir içerikleri GBC marka SensAA model atomik absorpsiyon spektrometre cihazı ile ölçülmüştür. Her bir fraksiyona ait nikel ve demir tenörleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Cevher numunesine ait nikel ve demir tenörleri.

Tane Boyutu, μm	Ni, %	Fe, %
-212+106	1,05	36,01
-150+106	1,02	37,03
-106+75	1,00	36,40
-75+53	1,01	38,25

2.2. Liç Deneyleri

Liç deneyleri, sıcaklığı ayarlanabilen sıcak su banyosu içerisine yerleştirilmiş 1 L’lik beher kullanarak 500 mL’lik farklı derişimler de hazırlanmış sülfürik asit çözeltileri ile gerçekleştirilmiştir. Çözeltiliyi karıştırmak için Heidolph marka RZR 2021 model mekanik karıştırıcı kullanılmıştır. Deneysel parametreler karıştırma hızı (0-500 dev/dak), sıcaklık (30-90° C), H₂SO₄ konsantrasyonu (0,5-3,0 M), tane boyutu (75- 212 μm) ve liç süresi (30-240 dakika) olarak seçilmiştir.

2.3. Taguchi Metodu ile Deneysel Tasarımı

Taguchi metodu 1950 yıllarında Dr. Genichi Taguchi tarafından geliştirilmiş en iyiye belirleme tekniği olarak bilinmektedir (Taguchi, 1987). Bu metod uygulanırken bir tür kesirli faktöriyel tasarımı yapılmaktadır. Gerçekleştirilen tasarımlar ile yapılan deneylerin tüm kombinasyonlarının denenmesi yerine, ortogonal dizin çizelgesi kullanılarak çok daha az sayıda deney yapılmakta ve en iyi performans karakteristiğini veren faktör seviyeleri bulunabilmektedir (Düzyol, 2016). Ortogonal dizinler bir sayı matrisi olarak tasarlanmakta olup, satırların her biri seçilmiş faktörlerin seviyesini, her sütun ise dikkate alınan faktörleri ifade etmektedir (Mezarciöz ve Oğulata, 2010). Bu dizinler Latin kare tasarımından türetildiği için L, Latin kare tasarımını temsil eder ve L_a(b^c) şeklinde gösterilir. Burada; “a” deney sayısını, “b” her sutundaki seviye sayısını, “c” ise faktör sayısını ifade etmektedir (Singh, ve ark., 2002). Bu çalışmada, Taguchi metodu ile optimizasyon şartlarını belirlemek için faktör sayısı 5 ve her bir parametre içinde 4 farklı seviyenin incelenmesi düşünülmüştür. Buna bağlı olarak, L₁₆(4⁵) ortogonal plan tablosu Çizelge 2’de verilmiştir.

Çok parametrelili çalışmalar için özellikle S/G (sinyal/gürültü) oranlarının belirlenmesi gereklidir. S/G analizi, deneysel sonuçlarındaki değişimden yararlanarak en sağlıklı gruba belirler. Deneysel tasarımda sunulan bir faktöre cevaben kalite özelliklerinde meydana gelen değişiklik istenen etkinin işaretidir. Gürültü ise deneylerde tasarlanmamış dış faktörlerin sonuç üzerindeki etkisidir. Sinyal-gürültü oranı (S/G) kalite karakteristiğinin gürültü faktörlerine duyarlılığını gösterir (Roy, 1995). Genellikle, performans özelliklerine bağlı olarak üç farklı S/G denklemi kullanılmaktadır. Bunlar en küçük-en iyi, en büyük-en iyi ve hedef değer-en iyi olarak tanımlanmaktadır (Roy, 1995; Atıl ve Ünver, 2000; Zolfaghari ve ark., 2011). Bu

çalışmada istenilen en yüksek metal çözünme verimini (MÇV) belirlemek için “en büyük en iyi” durumunu veren S/G oranı, Eşitlik 1’de verilmiştir.

Çizelge 2. $L_{16}(4^5)$ ortogonal plan tablosu

Test	Faktörler ve Seviyeleri				
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4
5	2	1	2	3	4
6	2	2	1	4	3
7	2	3	4	1	2
8	2	4	3	2	1
9	3	1	3	4	2
10	3	2	4	3	1
11	3	3	1	2	4
12	3	4	2	1	3
13	4	1	4	2	3
14	4	2	3	1	4
15	4	3	2	4	1
16	4	4	1	3	2

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum \left(\frac{1}{MÇV_i} \right)^2 \right] \quad (1)$$

Burada n deneylerin tekrar sayısını ve $MÇV_i$ i'inci tekrarlanmış olan deney sonuçlarından elde edilen metal çözünme verimini tanımlamaktadır. Yapılan deneyler iki kez yapılmış olup, deneyler için seçilen faktörler ve seviyeleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneysel faktörler ve seviyeleri.

Faktörler	Tanımı	Birimler	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4
A	Lüç süresi	dak	30	60	120	180
B	Karıştırma hızı	devir/dak	0	100	300	500
C	Sıcaklık	°C	30	50	70	90
D	Sülfürik asit derişimi	M	0,5	1,0	2,0	3,0
E	Tane boyutu	µm	-212+150	-150+106	-106+75	-75+53

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Taguchi Metodu ile Optimizasyon Çalışmaları

Lateritik cevherden nikel çözünmesinin optimizasyonu için, Çizelge 3’de belirlenen şartlara uygun olarak 16 test gerçekleştirilmiştir. Deneysel tekrarlar ve metal çözünme verimleri (MÇV) göz önüne alınarak, her test koşulunun S/G oranları belirlenmiş ve en yüksek S/G değeri kalın olarak gösterilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Taguchi L₁₆ (4⁵) deney tasarım tablosu ve her bir test sonucunun S/G oranı.

Test	Faktör					Ortalama MÇV,%	S/G
	A	B	C	D	E		
1	30	0	30	0,5	-212+150	5,80	15,26
2	30	100	50	1	-150+106	7,84	17,89
3	30	300	70	2	-106+75	14,28	23,09
4	30	500	90	3	-75+53	24,65	27,84
5	60	0	50	2	-75+53	3,22	10,15
6	60	100	30	3	-106+75	2,25	7,04
7	60	300	90	0,5	-150+106	23,14	27,29
8	60	500	70	1	-212+150	8,36	18,44
9	120	0	70	3	-150+106	19,19	25,66
10	120	100	90	2	-212+150	55,86	34,94
11	120	300	30	1	-75+53	9,34	19,41
12	120	500	50	0,5	-106+75	3,13	9,90
13	180	0	90	1	-106+75	40,23	32,09
14	180	100	70	0,5	-75+53	15,54	23,83
15	180	300	30	3	-212+150	12,12	21,67
16	180	500	50	2	-150+106	20,53	26,25

DeneySEL sonuçlardan elde edilen optimum koşulları belirlemek için ANOM istatiksEL yöntemi kullanılmıştır. Anlamlılık analizi için her bir faktörün (F) herhangi bir seviyedeki (i) ortalama S/G oranları Eşitlik (2) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$(M)_F^i = \frac{1}{n_{Fi}} \sum_{j=1}^{n_{Fi}} \left[\left(\frac{S}{G} \right)_F^i \right]_j \quad (2)$$

Burada, n_{Fi} i'ninci seviyedeki faktörün görüş sayısını ifade ederken; $\left[\left(\frac{S}{G} \right)_F^i \right]_j$ ise F faktörünün i'ninci seviyedeki S/G oranının j'inci görülümünü ifade etmektedir. $(M)_F^i$ ise her bir faktörün (F) herhangi bir seviyedeki S/G oranlarının hesaplanması ile bağımsız tepkisini göstermektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. S/G oranlarının Metal Çözünme Verimine (MÇV) tepkisi

Faktör/Seviye	$[(S/G)_{Faktör}^{Seviye}]_j$				$(M)_{Faktör}^{Seviye}$
	j=1	j=2	j=3	j=4	
A/1	15,26	17,89	23,09	27,84	21,02
A/2	10,15	7,04	27,29	18,44	15,73
A/3	25,66	34,94	19,41	9,90	22,48
A/4	32,09	23,83	21,67	26,25	25,96
B/1	15,26	10,15	25,66	32,09	20,79

B/2	17,89	7,04	34,94	23,83	20,93
B/3	23,09	27,29	19,41	21,67	22,86
B/4	27,84	18,44	9,90	26,25	20,61
C/1	15,26	7,04	19,41	21,67	15,85
C/2	17,89	10,15	9,90	26,25	16,05
C/3	23,09	18,44	25,66	23,83	22,76
C/4	27,84	27,29	34,94	32,09	30,54
D/1	15,26	27,29	9,90	23,83	19,07
D/2	17,89	18,44	19,41	32,09	21,96
D/3	23,09	10,15	34,94	26,25	23,61
D/4	27,84	7,04	25,66	21,67	20,55
E/1	15,26	18,44	34,94	21,67	22,58
E/2	17,89	27,29	25,66	26,25	24,27
E/3	23,09	7,04	9,90	32,09	18,03
E/4	27,84	10,15	19,41	23,83	20,31

Çizelge 4’de görüldüğü gibi, optimizasyon çalışmaları sonucunda en yüksek MÇV’nin ve S/G oranının Test 10’da elde edildiği görülmüştür. Çizelge 5’deki optimizasyon çalışmaları doğrultusunda belirlenen parametreler ile tekrar doğrulama deneyi yapılarak Test 10 ile karşılaştırılmıştır. Doğrulama deneylerinden elde edilen sonuçlar kullanılarak S/G oranı ve MÇV hesaplanarak Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Nikel çözünmesi için optimum deney şartları.

Testler	A	B	C	D	E	Ortalama MÇV, %	S/G
Test 10	120	100	90	2	-212+150	55,86	34,96
Optimizasyon	180	300	90	2	-150+106	88,97	38,97

Sonuç olarak, optimum koşulların S/G oranının, test 10’un S/G oranının değerinden daha büyük olduğu ve MÇV’nin ortalaması %55,86’dan %88,97’ye yükseldiği görülmektedir. Optimizasyon ile Test 10 karşılaştırıldığında sıcaklığın ve asit derişiminin değişmediği, bunun yanında ise liç süresinin ve karıştırma hızının arttığı ve tane boyutunun ise küçüldüğü göze çarpmaktadır. Bu nedenle yapılan tüm çalışmalar sonucunda her bir faktörün çözünme verimine katkısını belirlemek için istatistiksel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

3.2. Her Bir Faktörün Çözünmeye Katkısının Belirlenmesi

Deneyisel çalışmalarda belirlenen faktörlerin, nikel çözünmesine etkisini araştırmak amacıyla elde edilen sonuçlara varyans analizi (ANOVA) istatistiksel yöntemi uygulanmıştır. Her bir faktörün katkının yüzdesini belirlemek için, K’inci seviyedeki belirli bir faktörün deney

sonuçlarının ortalama değerleri Çizelge 4'deki $M\overline{C}V_i$ değerleri kullanılarak elde edilmiş ve Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Nikel çözünmesi için K'inci seviyedeki belli bir faktörüne bağlı olarak deney sonuçlarının ortalaması ve toplam $M\overline{C}V$ ($M\overline{C}V_T$) ortalamaları.

Seviye	$\overline{M\overline{C}V}_K^A$	$\overline{M\overline{C}V}_K^B$	$\overline{M\overline{C}V}_K^C$	$\overline{M\overline{C}V}_K^D$	$\overline{M\overline{C}V}_K^E$	$\overline{M\overline{C}V}_T$
1	13,14	17,11	7,38	11,90	20,53	16,59
2	9,24	20,37	8,68	16,44	17,67	
3	21,88	14,72	14,34	23,47	14,97	
4	22,10	14,17	35,97	14,55	13,19	

Bundan sonra, faktörlerin toplam karelerinin toplamı, SS_F , her faktör için Eşitlik (3) kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra toplam kareler toplamı SS_T Eşitlik (4) kullanılarak belirlenmiştir.

$$SS_F = \frac{mn}{S} \sum_{k=1}^S (\overline{M\overline{C}V}_k - \overline{M\overline{C}V}_T)^2 \quad (3)$$

$$SS_T = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n M\overline{C}V_i^2 \right)_j - mn(\overline{M\overline{C}V}_T)^2 \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitliklerdeki m ve n sırasıyla deney sayısını ve tekrar sayısını; $\overline{M\overline{C}V}_T$, toplam $M\overline{C}V$ 'nin ortalamasını temsil etmektedir. $\overline{M\overline{C}V}_K^E$ ise K'inci seviyede belirli bir faktörün deney sonuçlarının ortalama değerini ifade etmektedir. SS_F ve SS_T değerleri kullanılarak varyans hatası (V_h) Eşitlik 5'deki formül ile belirlenmiştir.

$$V_h = \frac{SS_T - \sum_{F=A}^E SS_F}{m(n-1)} \quad (5)$$

Son olarak, nikelin çözünmesine katkıda bulunan, her bir faktörün yüzdesi ρ_F Eşitlik (6) yardımıyla hesaplanmıştır. Burada, SD_F ise, seviye sayısından bir çıkarılarak üretilir.

$$\rho_F = \frac{SS_F - (SD_F V_h)}{SS_T} \times 100 \quad (6)$$

Elde edilen değerlerin tümü Çizelge 8'de verilmiştir. Çizelge 8'den görüldüğü gibi, önem sırasına göre; faktörlerin çözünmeye etkisinin sıcaklık, liç süresi, asit konsantrasyonu, tane boyutu ve karıştırma hızı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 8. Her bir faktörün çözünmeye katkı yüzdeleri.

Faktörler	Birim	SD_F	SS_F	ρ_F (%)	SS_T	V_h
Liç süresi	dak	3	994,1536	15,76	6273,896	1,82
Karıştırma hızı	devir/dak	3	191,2968	2,96		
Sıcaklık	°C	3	4224,3128	67,24		
Sülfürik asit derişimi	M	3	588,1168	9,29		
Tane boyutu	μm	3	246,9952	3,85		
Hata			29,0209	0,38		

4. SONUÇLAR

Gördes (Manisa) lateritik nikel içerikli cevherinden sülfürik asitli ortamda nikelin çözündürülmesi, Taguchi deney tasarımı metodu uygulanarak araştırılmıştır. Liç testleri sonucunda elde edilen çözünme verimlerinin (MÇV) S/G oranları hesaplanarak anlamlılık analizleri (ANOM) gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, optimizasyon çalışmaları doğrultusunda belirlenen parametreler ile tekrar doğrulama deneyi yapılarak Test 10 ile karşılaştırılmıştır. Optimizasyon deneylerinden elde edilen değerlerin daha önceden tasarlanmış deneysel parametrelerin arasında en iyi sonuçları verdiği saptanmıştır. Belirlenen optimum koşullar; liç süresi, karıştırma hızı, sıcaklık, sülfürik asit derişimi ve tane boyutu sırasıyla 180 dak, 300 devir/dak, 90°C, 2 M ve 150x106 µm olarak belirlenmiştir. Bu şartlarda yapılan liç testleri sonucunda MÇV ortalama %88,97 olduğu belirlenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda her bir faktörün çözünme verimine katkısını belirlemek için varyans analizi (ANOVA) istatistiksel yöntemi uygulanmıştır. Her bir faktörün nikel çözünmesine yüzde olarak katkısı sıcaklık (%67,24), liç süresi (%15,76), asit derişimi (%9,29), tane boyutu (%3,85) ve karıştırma hızı (%2,96) için belirlenmiştir. Sonuç olarak, Taguchi deney tasarımı ile yapılan çalışmalarda maliyet ve zaman açısından oldukça etkin olduğu ve farklı şartlarda daha az deney yapılarak optimum sonuçlara ulaşabileceği görülmüştür.

5. KAYNAKLAR

- [1] Abali, Y., Bayca, S. U., Arisoy, K. and Vaizogullar, A.I., 2011, Optimization of dolomite ore leaching in hydrochloric acid solutions, *Physicochem. Probl. Miner. Process.*, 46, 253–262.
- [2] Abali, Y., Copur, M. and Yavuz, M., 2006, Determination of the optimum conditions for dissolution of magnesite with H₂SO₄ solutions, *Ind. J. of Chem. Technol.*, 13, 391–397.
- [3] Agacayak, T. and Zedef, V., 2012, Dissolution kinetics of a lateritic nickel ore in sulphuric acid medium, *Acta Montanistica Slovaca*, 17 (1), 33–41.
- [4] Asl, M.S., Kakroudi, M. G., Golestani-Fard, F. and Nasiri H., 2015, A Taguchi approach to the influence of hot pressing parameters and SiC content on the sinterability of ZrB₂-based composites, *Int. J. of Refract. Met. and Hard Mater.*, 51, 81–90.
- [5] Ata, O. N., Colak, S., Ekinci, Z. and Çopur, M., 2001, Determination of the optimum conditions for leaching of malachite ore in H₂SO₄ solutions, *Chem. Eng. Technol.*, 24 (4), 409–413.
- [6] Atil, H. and Unver, Y., 2000, A different approach of experimental design: Taguchi Method, *Pakistan J. of Bio. Sci.*, 3 (9), 1538–1540.
- [7] Babaei-Dehkordi, A., Moghaddam, J. and Mostafaei, A., 2013, An optimization study on the leaching of zinc cathode melting furnace slag in ammonium chloride by Taguchi design and synthesis of ZnO nanorods via precipitation methods, *Mater. Res. Bull.*, 48, 4235–4247.
- [8] Bese, A. V., Borulu, N., Copur, M., Colak, S. and Ata, O. N., 2010, Optimization of dissolution of metals from Waelz sintering waste (WSW) by hydrochloric acid solutions, *Chem. Eng. J.*, 162, 718–722.
- [9] Copur, M., 2002, An optimization study of dissolution of Zn and Cu in ZnS concentrate with HNO₃ solutions, *Chem. Biochem. Eng. Q.*, 16 (4), 191–197.
- [10] Dalvi, A. D., Bacon, W. and Osborne, R. C., 2004, The past and the future of nickel laterites. *PDAC 2004 International Conference Trade Show and Investors Exchange*, Toronto.
- [11] Deepatana, A., Tang, J. A. and Valix, M., 2006, Comparative study of chelating ion exchange resins for metal recovery from bioleaching of nickel laterite ores, *Miner. Eng.* 19, 1280–1289.

- [12] Demir, F. and Donmez, B., 2008, Optimization of the dissolution of magnesite in citric acid solutions, *Int. J. Miner. Process.*, 87, 60–64.
- [13] Dogan, T. H. and Yartasi, A., 2014, Optimization of dissolution of ulexite in phosphate acid solutions, *J. Chem. Soc. Pak.*, 36 (4), 601–605.
- [14] Dönmez, B., Celik, C., Colak, S. and Yartasi, A., 1998, The dissolution optimization of copper from anode slime in H₂SO₄ solutions, *Ind. & Eng. Chemistry Res.*, 37 (8), 3382–3387.
- [15] Düzyol, S., 2016, Taguchi Deneysel Tasarım Metodu Kullanılarak Karadon (Zonguldak) Kömürünün Yağ Aglomerasyonu Davranışının İncelenmesi, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 77–84.
- [16] Georgiou, D. and Papangelakis, G. V., 1998, Sulphuric acid pressure leaching of a limonitic laterite: chemistry and kinetics, *Hydrometallurgy*, 49, 23–46.
- [17] Golightly, J. P., 1981, Nickeliferous laterite deposits, *Econ. Geol.*, 75 (1), 710–735.
- [18] Hoatson, D. M., Subhash, J. and Jaques, A. L., 2006, Nickel sulphide deposits in Australia: Characteristics, resources, and potential. *Ore geology reviews*, 29, 177–241.
- [19] Ilyas, S., Bhatti, H. N., Bhatti, I. A., Sheikh, M. A. and Ghauri, M. A., 2010, Bioleaching of metal ions from low grade sulphide ore: Process optimization by using orthogonal experimental array design, *African J. of Biotechnol.*, 9 (19), 2801–2810.
- [20] Luo, W., Feng, Q., Ou, L., Zhang, G. and Chen, Y., 2010, Kinetics of saprolitic laterite leaching by sulphuric acid at atmospheric pressure, *Miner. Eng.*, 23 (6), 458–462.
- [21] Mezarciöz, S. ve Oğulata, R. T., 2010, Süprem Kumaşlarda Patlama Mukavemeti Değerinin Taguchi Ortogonal Dizayna Göre Optimizasyonu, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, 320–328.
- [22] Moghaddam, J., Sarraf-Mamoory, R., Abdollahy, M., and Yamini, Y., 2006, Purification of zinc ammoniacal leaching solution by cementation: Determination of optimum process conditions with experimental design by Taguchi's method, *Sep. Purif. Technol.*, 51, 157–164.
- [23] Roy, R. K., 1995, *A Primer on the Taguchi Method*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- [24] Rubisov, D. H., Krowinkel, J. M., and Papangelakis, V. G., 2000, Sulphuric acid pressure leaching of laterites universal kinetics of nickel dissolution for limonites and limonitic/saprolitic blends, *Hydrometallurgy*, 58 (1), 1–11.
- [25] Safarzadeh, M. S., Moradkhani, D., Ilkhchi, M. O., and Golshan, N. H., 2008, Determination of the optimum conditions for the leaching of Cd–Ni residues from electrolytic zinc plant using statistical design of experiments, *Sep. Purif. Technol.*, 58, 367–376.
- [26] Soler, J. M., Cama, J., Galí, S. Meléndez, W., Ramírez, A., and Estanga, J., 2008, Composition and dissolution kinetics of garnierite from the Loma de Hierro Ni-laterite deposit, Venezuela, *Chem. Geo.*, 249 (1/2), 191–202.
- [27] Stopic, S., Friedrich, B. and Fuchs, R., 2002, Kinetics of sulphuric acid leaching of the Serbian nickel laterite ore under atmospheric pressure, *Metalurgica J. of Metall.*, 8 (3), 235–244.
- [28] Taguchi, G. (1987). *System of Experimental Design*. Quality Resources, New York.
- [29] TMMOB Maden Mühendisleri Odası, 2012, *Nikel Raporu*, Ankara.
- [30] Zolfaghari, G., Esmaili-Sari, A., Anbia, M., Younesi, H., Amirmahmoodi, S. and Ghafari-Nazari, A., 2011, Taguchi optimization approach for Pb(II) and Hg(II) removal from aqueous solutions using modified mesoporous carbon, *J. of Hazard. Mater.*, 192, 1046–1055.

MESLEKİ EĞİTİM PROGRAMLARININ SEKTÖR VE YEREL YÖNETİMLERLE İŞBİRLİĞİNE UYGUN HALE GETİRİLMESİ: OSMANİYE MYO HARİTA VE KADASTRO PROGRAMI ÖRNEĞİ

Nuri ERDEM¹, Hüseyin İNCE²

“Bu çalışma, 12-14 Ekim 2017 tarihlerinde Başkent Üniversitesi’nde (Ankara) düzenlenen “2.International Vocational Education and Training Symposium in Higher Education - (ISVET2017)” isimli etkinlikte sunulmuş ve özet kısmı elektronik ortamdaki etkinlik kitapçığında yayınlanmıştır.”

ÖZET

Ülkemizde mesleki teknik eğitim, üniversitelerimizin genelinde bulunan meslek yüksekokulları, mühendislik/mimarlık ve teknik eğitim fakülteleri gibi eğitim birimlerindeki program ve bölümlerde verilmektedir. Mesleki teknik eğitimin en önemli aşamalarından birisi de teknikerlik eğitimidir. Muhtelif üniversitelerdeki meslek yüksekokullarında verilmekte olan teknikerlik eğitiminde, ilgili okulların ders programları ve derslerin içerikleri incelendiğinde; aralarında bir standardın bulunmadığı ve ara eleman niteliğindeki tekniker adaylarının mühendislerle uyumlu çalışabilmesini sağlayacak çağdaş mühendislik formasyonuna uygun olmadığı görülmektedir. Mezun olan teknikerlerin, çalışma alanlarında verimli olabilmesi için, aldıkları mesleki eğitiminin incelenmesi ve günümüz ihtiyaçlarına göre gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Osmaniye MYO Harita ve Kadastro Programı özelinde, teknikerlik eğitiminde sektör ve yerel yönetimlerle işbirliğine uygun müfredatın geliştirilmesi aşamaları incelenmiş, ülkemizde çağdaş harita mühendisliğinin çalışma alanları belirtilmiş, muhtelif üniversite meslek yüksekokullarında verilen dersler, bu derslerin içerikleri ile uygulama eğitiminde kullanılan ölçü aletleri hakkında bilgiler verilmiştir. Elde edilen bu bilgiler ve konuyla ilgili önceki çalışmalar da değerlendirilerek, mesleki eğitim programlarının sektör ve yerel yönetimlerle işbirliğine uygun hale getirilmesi ve çağımız teknolojik gelişmelerine uyumlu bir müfredatın oluşturulması için harita teknikerliği eğitimi özelinde bazı öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mesleki eğitim, Sektörel işbirliği, Harita teknikerliği

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye, nurierdem@osmaniye.edu.tr

² Doç. Dr., Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Harita Kadastro Programı, Çorum, Türkiye, huseyinince@hitit.edu.tr

MAKING VOCATIONAL EDUCATION PROGRAMS COMPATIBLE WITH SECTOR AND LOCAL GOVERNMENTS: THE CASE OF OSMANIYE VOCATIONAL SCHOOL OF SURVEYING AND CADASTRE PROGRAM

ABSTRACT

Vocational and technical education in our country, vocational colleges in our universities, engineering / architecture and technical education departments are included in these training programs. One of the most important stages of vocational technical education is technician education. When examining the contents of the curriculum and courses of the relevant schools in the technical training provided at the vocational colleges in various universities seems unsuitable that there is no standard between them and that intermediate candidates can work in harmony with the engineers.

In this study, in a special the Osmaniye Vocational School Survey and Cadastre Program, it is given the development stages of the curriculum in cooperation with the sector and local authorities in technical, the working areas of contemporary surveying engineering are mentioned in our country, lectures given at various university vocational colleges, contents of these courses and information about application instruments used in practice education. Some suggestions were presented to a special for surveying technician training in order to make vocational education programs compatible with sector and local governments and to create a curriculum compatible with our technological developments based on this information and previous work on the subject.

Keywords: Vocational training, Sectoral cooperation, Surveying technician

1. GİRİŞ

Ülkemizde harita teknikerliği eğitimi 1975 yılında başlamış, önce 9 meslek yüksekokulunda verilirken (Gürbüz, 1990) 1992 yılında bu sayı 16'ya yükselmiştir (Bıyık ve Karaali,1992). Günümüzde bu eğitim, mevcut ve yeni açılmış toplam 47 üniversitelerimizin toplam 58 meslek yüksekokullarında (bazılarında ikinci öğretim eğitimi verilmek üzere) harita kadastro programlarında verilmektedir. 2006 yılı için düzenlenmiş ÖSYM kılavuzuna göre; daha önceden eğitim faaliyetinde bulunan 3 meslek yüksekokulunun harita kadastro programları kapatılmıştır (İnce, 2006).

Mevcut meslek yüksekokullarında verilmekte olan teknikerlik eğitiminde ilgili okulların ders programları ve dersleri içerikleri incelendiğinde; bunların arasında bir eğitim standardı olmadığı ve müfredatlarının iş hayatının taleplerini karşılayacak şekilde tasarlanmadığı, teori dersleri ile uygulama bütünlüğünün tam olarak sağlanamadığı görülmektedir (Erol, 2004; Gültekin vd., 2017; Çakılcı ve Yılmaz, 2017). Meslek yüksekokulu müfredatları yeniden gözden geçirilmeli ve teorik dersler yanında pratiğe yönelik uygulamalara da ağırlık verilmelidir. Bunun için üniversite-sanayi işbirliğinin mutlaka kurulması ve sürdürülebilirliği gerekmektedir. (Erol, 2004; Söyler vd., 2017). Meslek yüksekokullarındaki eğitim düzeyini, araç gereç durumunu belirlemek amacıyla; farklı tarihlerde, çeşitli araştırmacılar tarafından önemli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları;

- 1990 yılında faaliyette olan 9 meslek yüksekokulunda yapılan ilk çalışmada (Gürbüz, 1990); uygulanan eğitimin durumu ve eğitimde kullanılan araçların envanteri tespit edilmeye çalışılmıştır.
- 1992 yılında yapılan ikinci çalışmada (Bıyık ve Karaali,1992); 16 meslek yüksekokulunda okutulmakta olan dersler ve bunların içerikleri incelenmiş, ülke ihtiyaçlarına cevap verebilecek çağdaş bir teknikerlik eğitimi için yeni bir program modeli önerilmiştir.
- Bu çalışmaların ardından 1998 yılında, 29 meslek yüksekokulunda yapılan bir araştırmada (Kocaman. 1998); okullarda yeterli sayıda kadrolu eleman olmadığı, çoğunluğunun araç gereç sayısının, ölçme ve diğer laboratuvarların yetersiz olduğu, ders kaldırılması, saatlerinin değiştirilmesi ve yeni ders konulması konularında zorluklarla karşılaşıldığı tespit edilmiştir.
- İnce (2006) tarafından yapılan çalışmada ise; YÖK'ün belirlediği Türkçe, Yabancı Dil, Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi ile diğer Seçmeli Derslerin dışında kalan meslek derslerinin birbirinden çok farklı isimlerle belirtildiği, bütün meslek yüksekokullarının ders programları arasında bir standardın mevcut olmadığı, her okulun birbirinden farklı ders programı uyguladığı, bazı meslek yüksekokullarında haritacılıkla ilgisi olmayan derslerin bulunduğu görülmüştür.

Günümüzde harita kadastro teknikerinin, çağdaş harita mühendisliği formasyonuna uygun olarak çalışma ortamlarında teknik ara eleman olacak şekilde eğitilmesi temel amaçtır. Bu amacı gerçekleştirmek için, istenilen formasyona uygun bir eğitim standardı oluşturmak gerekmektedir. YÖK tarafından, 2004 yılında meslek yüksekokullarının bazı programlarında (elektronik, elektrik, tekstil vb.) çağdaş bir eğitim standardı belirlenmiştir. Harita Kadastro teknikerlik eğitiminde bütün meslek yüksekokulları için ortak bir eğitim programı YÖK tarafından henüz oluşturulmamıştır.

Bu çalışma, meslek yüksekokullarında, 1992 yılından günümüze kadar geçen süre içinde, gelişen teknolojiye uygun özellikte ve yeni iş sahalarında çalışacak nitelikte teknikerlerin çağdaş eğitim standardını oluşturmaya yardımcı olmak amacıyla yapılmıştır. Bunun için Osmaniye MYO Harita ve Kadastro Programı özelinde, teknikerlik eğitiminde sektör ve yerel yönetimlerle işbirliğine uygun müfredatın geliştirilmesi aşamaları incelenmiş, ülkemizde çağdaş harita mühendisliğinin çalışma alanları belirtilmiş, muhtelif üniversite meslek yüksekokullarında verilen dersler, bu derslerin içerikleri ile uygulama eğitiminde kullanılan ölçü aletleri hakkında bilgiler verilmiştir. Elde edilen bu bilgiler ve konuyla ilgili önceki çalışmalar da değerlendirilerek, mesleki eğitim programlarının sektör ve yerel yönetimlerle işbirliğine uygun hale getirilmesi ve çağımız teknolojik gelişmelerine uyumlu bir müfredatın oluşturulması için harita teknikerliği eğitimi özelinde bazı öneriler sunulmuştur.

2. HARİTA MÜHENDİSİ ve TEKNİKERLERİNİN ÇALIŞMA ALANLARI

Haritacılık; teknolojiyi yakından takip eden, elektronik ölçü aletleri, bilgisayarla hesap ve çizim işi, uydular aracılığı ile ölçüm yapabilen GPS aletleri ile çalışan bir meslektir. Harita bölümü ülkenin gereksinim duyduğu her ölçekteki haritaların üretimini, araziye ilişkin küçük projelerin etüt ve uygulamalarını gerçekleştiren bir meslek dalıdır. Üretilen haritalar mühendislik hizmetlerinin alt yapısını oluşturur. Harita Kadastro teknikeri; kadastral harita, baraj, yol, sulama, elektrik hattı, kentsel ve kırsal alan düzenlemeleri gibi projelerin alt yapısını oluşturan hali hazır ve imarlı haritalarının yapımında harita mühendisleri ile harita kadastro teknisyeni arasında görev yapan kişidir. Günümüzde emek ağırlığını kaybetmeyen harita

sektörü, teknolojinin gelişmesine paralel olarak, sektörde çalışacakların öncelikli olarak; bilgisayar, bilgisayar donanımlı ölçme aletleri, GIS ve GPS konularında iyi yetişmişlik düzeyi aramaktadır (URL_1). Harita kadastro teknikeri, verilmekte olan temel eğitimle, harita mühendisinin çalıştığı veya çalışabileceği her kurum ve kuruluşta çalışabilir.

Alım işleri; hâlihazır harita yapımı, kadastro haritası üretimi, hat ve güzergâh ölçümü, yüksekliklerin ölçülmesi (nivelman), yer altı (tünel ve galeri) ölçmeleri, deniz ve kıyı ölçmeleri (derinlik ve konum belirleme) çalışmalarını kapsar. Aplikasyon işleri de; nokta, açı ve doğru aplikasyonu, parsel aplikasyonu, bina zemini aplikasyonu, imar ada ve parsellerinin aplikasyonu, hat ve güzergâhların (yol, su kanlı, boru hattı, gerilim hattı, demiryolu, hava limanı vb.) aplikasyonu, yüksekliklerin aplikasyonu, daire yayları ve eğrilerin (kurp, geçiş eğrileri) aplikasyonu, tünel aplikasyonu şeklinde özetlenebilir (Tüdeş, 1979). Bütün harita alım ve aplikasyon işlerinde uygulamada başarılı olmak için, konuyla ilgili hukuki mevzuatın da bilinmesi gerekmektedir. Örnek olarak, kadastro, kamulaştırma, imar uygulamaları, arazi toplulaştırması, 18. madde uygulamasında, vb. yapılan işlerin en az %50'ini mevzuat bilgileri teşkil eder (Bıyık ve Karaali; 1992).

Yukarıda sıralanan ve kısaca açıklanan işleri yapmada yardımcı görev üstlenen harita teknikerlerinin, bu çalışma alanlarında başarılı ve verimli olmaları için, en az bu işleri yapacak kadar teorik bilgi almaları ve arazide proje uygulaması yapmaları gerekmektedir. Kalifiye eleman ihtiyacının karşılanabilmesi için uygulama derslerinin sektörün ihtiyaçları doğrultusunda yapılandırılması daha uygun olacaktır (Göktürk vd., 2013; Utku ve Yiğit, 2017).

3. MESLEK YÜKSEKOKULLARINDA VERİLMEKTE OLAN DERSLER

İnce (2006)'da yapılan çalışmaya göre; ülkemizde halen 29 üniversiteye bağlı 36 meslek yüksekokulunda harita kadastro programında eğitim verilmektedir. Bunlardan 33 meslek yüksekokullarındaki ders programları, ilgili yüksekokulların web sayfası düzenlenmiş internet sitelerinden, diğerleri ise e-maile ve faksla yazışma yapılarak temin edilmiştir. Meslek yüksekokullarında, hangi tarihte öğrenime başlandığım, şimdiye kadar mezun öğrenci sayısını, eğitim veren elemanı sayısını, hangi derslerden seçmeli veya zorunlu olarak proje yapıldığını, programda haritacılıkta bilgisayar dersi olup olmadığını, kullanılan araç gereç sayısını belirlemek amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır.

3.1. Ders Programlarından Elde Edilen Tespitler

Anket sonuçlarına göre aşağıdaki tespitler yapılmıştır;

- MYO harita kadastro programlarında okutulan ve YÖK'ün belirlediği Türkçe, Yabancı Dil, Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi ve Seçmeli Derslerin dışında kalan meslek derslerinin farklı isimlerle belirtildiği, birbirinden farklı olarak 1. Yarıyıldarda okutulan derslerden 35 dersin, 2. yarıyıldada 50, 3. yarıyıldada 51 ve 4. yarıyıldada 52 dersin yer aldığı,
- Meslek dersleri dışında haritacılıkla ilgisi olmayan derslerin bulunduğu,
- Aynı üniversiteye bağlı birden çok meslek yüksekokullarındaki ders programlarının birbirinin aynı olduğu (Selçuk Üniversitesi ve Celal Bayar Üniversitesine bağlı okullarda olduğu gibi)
- Bazı meslek yüksekokullarında birinci sınıfta okutulan derslerin, başka meslek yüksekokullarında ikinci sınıfta okutulduğu görülmüştür.

Muhtelif meslek yüksekokulunda farklı isimlerle belirtilen dersler için önerilen eşdeğer dersler Tablo 1’de, temel dersler Tablo 2’de, meslekle ilgili olarak bazı meslek yüksekokullarında okutulan dersler ve meslekle ilgisi olmayan dersler, aşağıda ayrı ayrı belirtilmiştir.

Tablo 1: Bazı meslek yüksekokulunda farklı isimlerle belirtilen dersler ve önerilen eşdeğer dersler.

Farklı isimlerle belirtilen dersler	Önerilen Eşdeğer
Bilgisayar Kullanma, Temel Bilgi Teknolojisi,	Bilgisayar
Harita Uygulama, Arazi Uygulaması, Harita Yapımı, Uygulamalı Ölçme, Ölçme ve Uygulama, Jeodezik Ölçme ve Projelendirme	Meslek Çalışması
Plan Proje Aplikasyon	Aplikasyon
Coğrafi Bilgi Sistemi, Kent ve Arazi Bilgi Sistemi, Bilgi Sistemleri, Sayısal Harita Teknikleri	Kent Bilgi Sistemi
Yol Su Bilgisi, Ulaşım, Yol Proje, Yol Planlama	Yol Bilgisi
İmar Uygulaması, Haritacılıkla Arazi Düzenlemesi İmar Planları ve Uygulaması, Kamu ölçmeleri	Arazi Düzenlemesi
Kırsal Alan Düzenlemesi	Arazi Toplulaştırması
Kadastro Tekniği	Kadastro Bilgisi
Ağ Ölçmeleri, Jeodezik Ölçmeler, Geodezi, Poligonasyon Takeometri, Teknik Bilgiler, Konum Ölçmeleri	Ölçme Bilgisi
Meslek Resmi, Teknik Resim	Harita Çizimi
Pratikte Fotogrametri	Fotogrametri
Kentleşme, Parselasyon, Parselleme Tekniği	Şehircilik
Temel Hukuk,	Hukuk
Konum Belirleme Tekniği, Uydu Ölçmeleri	GPS Ölçmeleri
Modern Ölçme Yöntemleri, Elektromanyetik Ölçmeler, Elektrometri	Elektronik Ölçmeler
Bilgisayar Destekli Harita Yapımı, Bilgisayar Destekli Harita Üretimi	Mesleki Bilgisayar
Genel Matematik, Mesleki Matematik	Matematik
Düzlem Trigonometri, Mesleki Trigonometri	Trigonometri
Uygulama Teknikleri	Alet Bilgisi
Özel Ölçmeler, Proje Ölçmeleri	Mühendislik
Bölge ve Şehir Planlama	İmar Bilgisi

Harita ve kadastro programlarında çoğunlukla birinci ve ikinci sınıfta okutulan temel dersler (alfabetik sırada) Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Harita kadastro programlarında çoğunlukla birinci ve ikinci sınıfta okutulan temel dersler (alfabetik sırada).

Sınıf	Temel olarak okutulan dersler
I.	Alet Bilgisi, Bilgisayar, Fizik, Harita Çizimi, Hukuk, İmar Bilgisi, Jeodezik Hesap, Kartografya, Küresel Trigonometri, Matematik, Elektronik Ölçmeler, Ölçme Bilgisi, Ölçme Bilgisi Uygulaması (Mesleki Uygulama), Şehircilik, Seçmeli Dersler, Proje Çalışması
II.	Aplikasyon, Arazi Düzenleme, Arazi Topplulaştırması, Fotogrametri, GPS Ölçmeleri, Jeodezik Hesap, Kadaströ Bilgisi, Kartografya, Kent Bilgi Sistemi, Mesleki Uygulama, Mesleki Bilgisayar, Mühendislik Ölçmeleri, Ölçme Bilgisi, Taşınmaz Hukuku, Seçmeli Dersler, Proje Çalışması

3.2. Meslek Dersleriyle İlgili Değerlendirme

Bazı temel dersler (Jeodezik Hesap, Kartografya, Elektronik Ölçmeler, GPS Ölçmeleri, Kent Bilgi Sistemi, Mühendislik Ölçmeleri) ve seçmeli veya ayrı bir ders olarak okutulması gerekli olan ve gerekli olmayan dersler ve bunların gerekçeleri aşağıda ayrı ayrı belirtilmiştir.

3.2.1. Seçmeli veya Ayrı Bir Ders Olarak Okutulması Gerekli Olan Dersler

- Jeodezik Hesap: Bazı meslek yüksekokullarında hem birinci hem de ikinci sınıfta okutulan bu ders temel derslerden biridir. Birinci sınıfta okutulmayan okullarda, Ölçme Bilgisi I içinde yer alan, jeodezik hesapla ilgili konular ayıklanarak jeodezik hesap dersinde verilebilir.
- Kartografya: Bazı yüksekokullarda kartografya ile ilgili konular, kadaströ tekniği içinde yer aldığından ayrı bir ders olarak görülmemiştir. Bu şekilde eğitim veren okullarda, kartografya ile ilgili konular, kadaströ tekniği dersinden ayıklanarak bu ders içinde anlatılmalıdır. Meslek yüksekokullarındaki öğrencilerin matematik bilgileri basit düzeyde olduğundan, kartografya dersinde, Gauss Kruger projeksiyonu dışında yer alan diğer projeksiyon sitemlerine yer verilmemelidir
- Özel Ölçmeler, Proje Ölçmeleri, Mühendislik Ölçmeleri, Hidrografik Ölçmeler: Bu konularla ilgili detaylar, ikinci sınıfta verilen ölçme bilgisi dersi içinde ana hatlarıyla verilebildiği gibi, özel ölçmeler veya proje ölçmeleri adı altında ayrı bir ders olarak da verilebilir.
- Sulama-Kurutma, Yapı Ölçmeleri, Yapı Ölçme ve Şantiye Tekniği, Haritacılık Uygulamaları: Bu konuların hepsi, mesleğin farklı uygulama alanlarını oluşturmaktadır. İkinci sınıfta üçüncü ve dördüncü yarıyıllarda seçmeli ders olarak okutulabilir.
- Taşınmaz Değerlendirmesi: Bu konu, gerek kamu kuruluşlarında kamulaştırma servislerinde görev yapacak elemanlar için, gerekse emlak komisyonculuğu için önem arz etmektedir. Bu itibarla ayrı bir ders okutulması tavsiye edilebilir.
- CAD Programları, Mesleki Bilgisayar: Günümüz iş dünyasında teknikerlerin kolayca, farklı sektörlerde iş bulması için, mesleğin uygulama alanlarıyla ilgili olarak, farklı kuruluşlar tarafından kullanılan ne kadar CAD programı varsa, bunların bir ders olarak verilmesi gerekmektedir.
- Kent Bilgi Sistemi: Günümüzde belediye hizmetleri için çok büyük faydalar sağlayan (Palancıoğlu,1996; Yomralıoğlu, 20021), kurulmasında ve işleyişinde haritacılar için yeni bir iş alanı oluşturan bu sistemin, ayrı bir ders olarak okutulması zorunlu olmalıdır.

- Mesleki Yabancı Dil: Mesleki yabancı dilin, özellikle yurt dışında veya ülkemizde faaliyet gösteren yabancı inşaat şirketlerinde çalışacak teknikerler için yararlı olacağı söylenebilir. Ancak meslek liselerinden yetersiz yabancı dil bilgisiyle gelen öğrencilerin konuyu anlamaları zor görülmektedir. Bu itibarla bu dersin seçmeli ders olarak okutulması tavsiye edilebilir.
- GPS Ölçmeleri: Günümüzde, klasik kestirme yöntemlerine gerek duyulmadan, hem yer kontrol noktalarının hem de oluşturulan yüzey ağının dengelenmiş koordinatları ve diğer teknik çalışmalarda oluşturulan noktaların konumları bu yöntemle daha hızlı ve hassas olarak elde edilmektedir (Kahveci ve Yıldız, 2001; Uzel ve Eren, 1995). Bu itibarla bu konunun ayrı bir ders olarak okutulması gereklidir.
- Proje Çalışması (Bitirme Ödevi): Meslek derslerinden, yol bilgisi, arazi düzenlemesi ile ilgili proje çalışmaları, bazı meslek yüksekokullarında bu derste yapılırken; bazı meslek yüksekokullarında ise ilgili dersin içinde yapılmaktadır. Projeli derslerin ayrı ders altında yapılması da mümkündür.

3.2.2. Ayrı Bir Ders Olarak Okutulması Gerekli Olmayan Dersler

- Hatalar Teorisi: Bu konu, hata bilgisi olarak ölçme dersi içinde genel hatlarıyla verilmektedir. Bu itibarla bunun ayrı bir ders olarak okutulmasına gerek yoktur.
- Dengeleme Hesabı: Esas itibarıyla mühendislik eğitiminde verilen derslerden biridir. Günümüzde dengeleme hesapları artık bilgisayarlarda hazırlanmış özel yazılımlarla yapılmaktadır. Bu nedenle bunun bir ders olarak okutulması uygun değildir.
- Tapu Sicili: Bu dersle ilgili temel konular. Kadastro bilgisi dersi içinde yer almaktadır. Teknik yönü ağırlıkta olan meslek yüksekokullarında bu konunun detayına girmeye gerek yoktur. Ancak seçmeli ders olarak daha detaylı olarak verilebilir.
- Haritacılık Mesleğine Giriş: Haritacılık mesleğini seçen öğrencilere, ölçme bilgisi dersinde mesleğin tanıtımı yapılmakta ve uygulama alanları belirtilmektedir. Bu itibarla bunun ayrı bir ders olarak okutulmasına gerek yoktur.
- Deformasyon Ölçmeleri: Bu ders de mühendislik eğitiminde verilen temel derslerden biridir. Bu konu. Ölçme Bilgisi III dersinde genel hatlarıyla verilebilir. Nitekim bazı yüksekokullarda bu şekilde uygulama yapılmaktadır. Ayrıca teknikerlerin anlayabileceği seviyede seçmeli ders olarak da okutulabilir.
- Kamulaştırma: İmar bilgisi dersi içinde yer alan konulardan biridir, ayrı bir ders olarak okutulmasına gerek yoktur.
- Madencilik Ölçmeleri: Mühendislik eğitiminde yeraltı ölçmeleri olarak ifade edilmektedir. Bu konu da, ikinci sınıftaki ölçme bilgisinde genel hatlarıyla verilebilir. Nitekim bazı yüksekokullarda bu şekilde uygulama yapılmaktadır. Ayrı bir ders olarak okutulmasına gerek yoktur.
- Yatay Ölçmeler, Ağ Ölçmeleri, Jeodezik Ölçmeler, Poligonasyon Takeometri, Konum Ölçmeleri, Teknik Bilgiler, Yükseklik Ölçmeleri: Belirtilen bütün konular, birinci ve ikinci sınıfta okutulan ölçme bilgisi dersinin içeriğinde yer almaktadır. Bu itibarla, bunların ayrı bir ders olarak okutulmasına gerek yoktur.
- Jeodezik Astronomi: GPS ile konum belirlemenin en yaygın olduğu günümüzde, artık kutup yıldızıyla veya güneşle semt ölçüsü yapılmamaktadır. Bu itibarla ayrı bir ders olarak okutulmasına gerek yoktur.
- Parselleme Tekniği, Parselasyon: 3030 sayılı kanun kapsamı dışında kalan belediyeler için hazırlanan tip imar yönetmeliğine göre; bir imar adasının nasıl parselleneceği, gerek

şehircilik dersinde gerekse arazi düzenlemesi dersinde detaylı olarak açıklanmaktadır. Bu itibarla bunun ayrı bir ders olarak okutulmasına gerek yoktur.

- Yönlendirilmiş Çalışma: Her öğrencinin meslekle ilgili bir konuda araştırma yapmasını amaçlayan bu dersin, meslek yüksekokullarındaki öğrencilere faydalı olabileceği söylenebilir.
- Fotogrametri-Uzaktan Algılama: Bu derslerin konuları, birbirinden çok farklıdır. Bunların ders olarak ayrı ayrı belirtilmesi gerekir. Bu şekilde bir ders olarak okutulması uygun değildir. Bunun yerine fotogrametri, zorunlu bir ders olarak; uzaktan algılama ise seçmeli bir ders olarak okutulabilir.
- Jeodezi ve Fotogrametri: Bu derslerin konuları, birbirinden çok farklıdır. Bunların ders olarak ayrı ayrı belirtilmesi gerekir. Bu şekilde bir ders olarak okutulması uygun değildir. Bunun yerine fotogrametri, zorunlu bir ders olarak; jeodezi ise pratik jeodezi anlamında ölçme bilgisi dersi içinde yer almaktadır.

4. OSMANİYE MYO HARİTA KADASTRO PROGRAMI ÖRNEĞİ

4.1. Osmaniye MYO Ders Programlarının Güncellenmesi

OMYO bünyesindeki Harita ve Kadastro Programdaki ders listesi 2013 yılında güncellenmiştir. Bu sırada bazı dersler programdan kaldırılmış, günümüzde giderek önemi artan bazı mesleki konuları kapsayan dersler de eklenmiştir. Eklenen derslerin başında *Taşınmaz Değerlemesi* dersi gelmektedir.

Taşınmazlar ve finans dünyasını ilgilendiren bu dersin içeriği gereği ağırlıklı olarak, harita ve kadastro mühendisleri, inşaat mühendisleri, şehir plancıları, mimarlar, iktisatçılar, işletmeciler ve finansçılar tarafından ilgi gösterilen taşınmaz değerlendirme alanında en yoğun olarak çalışan meslek grubu ise harita mühendisleridir (Hışır, 2009). Harita mühendisliği ve teknikerliği, taşınmaz değerlendirme eğitimi veren temel mesleki alanlardan biridir. Ülkemizde üniversitelerde önlisans ve lisans eğitiminde taşınmaz değerlemesinin doğrudan verildiği bölümler Harita Mühendisliği ve Teknikerliğidir. Özellikle Harita Mühendisliği eğitimi almış bir kişi, taşınmaz değerlendirme uzmanının bilmesi gereken birçok alana ait bilgi donanımına sahiptir (Erdem, 2016b).

Taşınmaz değerlendirme uzmanı, Tapu Sicil, Eşya Hukuku, Miras Hukuku, Kamulaştırma, Kadastro Kanunu, Taşınmaz Değerlemesi, İmar Hukuku gibi daha birçok taşınmazlara dayalı konuları mutlaka bilmelidir. Bu bağlamda ülkemizdeki harita mühendisliği ve teknikerliği bölümleri gerekli olan birçok bilgiyi lisans ve önlisans öğreniminde temel müfredatında zaten sunmaktadır. Örneğin günümüzde bütün harita mühendisliği ve teknikerliği bölümlerinde eğitimleri süresince; Taşınmaz Mal Hukuku, Kadastro Bilgisi, Bölge ve Şehir Planlama, Kentsel ve Kırsal Alan Düzenleme, Kamulaştırma, Altyapı Kadastro, Proje Planlaması, Orman Kadastro, İmar Uygulamaları ve Çevre İlişkileri dersleri verilmektedir. Yüksek Lisans Düzeyinde de bu ve benzeri dersler okutulmaktadır. Doğrudan Taşınmazların Değerlendirilmesi dersi ise bölümlerin bulunduğu KTÜ, YTÜ, SÜ, BEÜ başta olmak üzere önlisans düzeyinde tüm üniversitelerde uzun yıllardan beri verilmektedir (Yomralıoğlu ve Nişancı, 2006; URL_3; Erdem, 2016b).

4.2. Osmaniye MYO-Sektör-Yerel Yönetimler İşbirliği Çalışmaları

Mesleki eğitimde sektörel işbirliği çalışmaları, başta üniversite olmak üzere her iki kurum için karşılıklı büyük katkılar sağlayabilen bir süreçtir. Bu konuda üniversiteler son yıllarda büyük bir arayış içine girmiş ve eğitimin bir parçası olan uygulamalı eğitimin, gerçek iş ortamlarında yapılabilmesi için üniversite-sanayi işbirliğine önem vermeye başlamıştır (Erdem, 2016a). OMYO, başta Osmaniye Belediyesi olmak üzere Müze Müdürlüğü, İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü gibi valilik birimleriyle ilişkilerini sürekli geliştirmekte ve okul-endüstri işbirliği kapsamında etkinlikler yapmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda özet olarak verilmiştir;

- **Osmaniye Belediyesi İmar İşleri Personeline Yönelik İmar Uygulamaları Eğitimi:** DOĞAKA tarafından desteklenen ve 2011 yılı Aralık ayında uygulanmak üzere Teknik Destek Programı kapsamında destek almaya hak kazanan proje ile Osmaniye Belediyesi İmar İşleri personeline Netcad programı imar modülü eğitimi verilmiştir. OMYO Harita ve Kadastro Programı Öğretim Elemanı ve öğrencileri tarafından verilen “İmar Uygulamalarında Netcad Programı Kullanımı” isimli projenin eğitimleri 5 günlük yoğun bir çalışma ile tamamlanmıştır.
- **Osmaniye Müze Müdürlüğü İle Yapılan Çalışma:** Osmaniye'nin Düziçi İlçesi'nde 1990 yılından buyana bir evin bodrumda bulunan mozaikte keklik, at, geyik, ördek, deve ve tavuk tasvirleri mevcuttur. Osmaniye Kültür ve Turizm Müdürlüğü, mozağin ev veya saray tabanlarına işlenen türden olduğunu, mozağin bin yıldan fazla geçmişe sahip olduğunu düşündüklerini dile getiren yetkililer, tescillenen ve kültür varlığı içerisinde yer alan eserin bulunduğu yerden çıkarılması yönündeki taleple ilgili çalışmalarının sürdürdüğünü belirtmiştir
- **Osmaniye Belediyesi Hâlihazır Harita Revizyonu Çalışması (1. Protokol):** Osmaniye Belediyesi ile Korkut Ata Üniversitesi arasında Kasım 2007 tarihinde imzalanan protokol gereği gerçekleştirilen Harita Revizyonu Çalışması kapsamında 2450 bina daha kayıt altına alınmıştır.
- **Altyapı Tesisleri (İçme Suyu ve Kanalizasyon Hatları) Ölçüm Çalışması (1. Protokol):** Her iki kurum arasında yapılan Ekim 2008 tarihli protokol gereği; OMYO Harita Kadastro Programı öğrencileri, Uygulamalı Arazi derslerinde, Osmaniye Belediyesi ve mücavir alan sınırları içerisinde kalan içme suyu ve kanalizasyon hatlarını arazide ölçerek, bilgisayar ortamındaki hâlihazır harita üzerine aktarmıştır. Projenin tamamlanması münasebetiyle Belediye binasında bir tören düzenlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Proje Tamamlandığında Osmaniye Belediyesi'nde Yapılan Tören ve Bunun Belediye Web Sitesinde Yer Alması (URL_2).

1. Protokol: 19.11.2007 tarihinde Osmaniye Belediyesi ile Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Osmaniye Meslek Yüksekokulu arasında düzenlenmiş olan protokol gereği;

- 1- Yüksekokulun Harita Kadastro Programı öğrencilerinin **Uygulamalı Arazi derslerinde**, Osmaniye Belediyesi ve mücavir alan sınırlarındaki alanda 2001 yılında yapılmış olan hâlihazır haritayı güncelleştirip bilgisayar ortamına aktarılacaktır. (eksik bina ve yolların ölçümü şeklinde)
- 2- Osmaniye Belediyesi bu iş karşılığı **1 adet arazide aç, mesafe, alan ve kot ölçümü yapan ve Total Station adı verilen elektronik ölçü aletini** alıp teslim edecektir.

2. Protokol: Bu protokol Osmaniye Belediyesi ile Korkut Ata Üniversitesi Osmaniye Meslek Yüksekokulu arasında düzenlenmiştir.

1. Osmaniye Meslek Yüksekokulu, Harita Kadastro Programı öğrencileri, **Uygulamalı Arazi** derslerinde, Osmaniye Belediyesi ve mücavir alan sınırları içerisinde kalan içme suyu ve kanalizasyon hatlarını arazide ölçerek bilgisayar ortamındaki hâlihazır harita üzerine aktaracaktır.
2. Osmaniye Belediyesi bu iş karşılığı **2 adet Jeodezik GPS ölçüm** cihazı alıp Harita Kadastro Programına teslim edecektir.
3. İşlem kontrolü Osmaniye Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü personellerince yapılacaktır.
4. Öğrencilerin kampüse ve çalışma alanlarına nakli ile öğle yemekleri Osmaniye Belediyesi tarafından karşılanacaktır.
5. Çalışmalar esnasında kullanılacak ölçü aletleri Belediye ve Yüksekokul programını aksatmadan Harita Kadastro Programı Ölçme Lab. ve Belediyeden temin edilecektir.
6. Osmaniye Belediyesinde ayrıca herhangi bir ücret, maaş vb. ödeme yapılmayacak olup, proje öğrencilerin pratik çalışma yapması amacıyla Korkut Ata Üniversitesi Osmaniye Meslek Yüksekokulu'na verilen destek ve iş birliği ile yapılacaktır.
7. Uygulama; teori eğitimini aksatmayacak, farklı öğrenci grupları ile farklı zamanlarda "Uygulamalı Arazi" derslerine yönelik olarak yapılacaktır.
8. Öğrencilerin ulaşımı, arazi ve büro çalışma alanlarındaki her türlü güvenliği Osmaniye Belediyesi tarafından sağlanacaktır./10/2008

İşlerin bitiminde: Osmaniye Meslek Yüksekokulu ile Osmaniye Belediyesi arasında/10/2008 tarihinde yapılan protokol gereği, Harita Kadastro Programı öğrencileri tarafından, belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde kalan su ve kanalizasyon hatlarının ölçülerek bilgisayar ortamında halihazır harita üzerine atılması işi tamamlanmıştır.

Arazi Çalışması Kapsamında: Harita Kadastro Programı, Normal ve İkinci Öğretim 2. Sınıf öğrencilerinin, Osmaniye Belediyesi ile Yüksekokulumuz arasında yapılacak protokol gereği arazi çalışması gün ve saatleri yeniden düzenlenmiştir. Öğrenciler bu proje sırasında; Ölçme Bilgisi III, Uygulamalı Ölçme Bilgisi III ve Aplikasyon I derslerinin uygulamalarını arazi ve büro ortamında yapacaklar ve daha fazla bilgi ve beceri kazanacaklardır. İ.Ö öğrencileri; saat 16:00'a kadar arazi çalışmalarını sürdürecektir ve saat 17:15'den itibaren ilgili derslerine devam edecektir. N.Ö öğrencileri için; derslerin pratik çalışmaları arazide yapılması olacağından, kalan teori kısımları Çarşamba ve Cuma günleri ilgili günün dersleri içerisinde verilecektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çağdaş harita mühendisliği formasyonuna uygun harita teknikerliği eğitimi için, meslek yüksekokulları harita kadastro programlarında okutulan derslerle ilgili olarak yapılan tespitler ve değerlendirme sonucunda aşağıdaki hususlar belirlenmiştir (İnce, 2006):

- YÖK'ün belirlediği Türkçe, Yabancı Dil, İnkılap Tarihi ve Seçmeli Derslerin dışında kalan meslek derslerinin birbirinden çok farklı isimlerle belirtildiği, bütün meslek yüksekokullarının ders programları arasında bir standardın mevcut olmadığı, her okulun birbirinden farklı ders programı uyguladığı, bazı meslek yüksekokullarında haritacılıkla ilgisi olmayan derslerin bulunduğu görülmüştür.
- Avrupa ülkelerinde temel bilimler dersleri büyük oranda ortaöğretim aşamasında tamamlandığından, bu dersler yükseköğretim programlarında ülkemize göre daha az yer almaktadır. Ancak, ülkemizde ise ortaöğretimdeki bu eksiklik yükseköğretim aşamasında tamamlanmaya çalışıldığı görülmekte, bu da yükseköğretimin temel hedefinden ödün verilmesine neden olmaktadır. Bu sorunun çözümümü için ortaöğretim sistemimiz de gözden geçirilmeli ve yükseköğretime olumsuz yansıyan yönleri yeniden düzenlenmelidir (Köktürk vd., 2005).
- Muhtelif meslek yüksekokullarında ayrı birer ders olarak okutulan “Ağ Ölçmeleri, Jeodezik Ölçmeler, Poligonasyon Takeometri, Konum Ölçmeleri, Yatay Ölçmeler, Yükseklik Ölçmeleri” konuları, genel olarak ölçme bilgisi dersi içinde yer almaktadır. Bu sebeple belirtilen derslerin ayrı birer ders olarak okutulmasına gerek yoktur.
- Muhtelif meslek yüksekokullarında ayrı birer ders olarak okutulan ancak meslekle ilgili olmayan “Analitik Geometri, Çevre Kirliliği, Çevre İlişkileri, Çevre ve Kentleşme, Genel ve Teknik İletişim, Girişimcilik, Halkla İlişkiler, İktisada Giriş, İnsan Hakları, İlk Yardım, İş Hukuku, İşletme Yönetimi, Jeloloji, Jeomorfoloji, Jeolojik Harita, Kalite Güvence ve Standartlar, Üniversitede Yaşam Kültürü, Yapı Bilgisi” derslerinin ders programından çıkartılmalıdır.
- Bunların yerine meslekle ilgili diğer derslerden (Sulama - Kurutma, Yapı Ölçmeleri, Yapı Ölçme ve Şantiye Tekniği, Haritacılık Uygulamaları, Taşınmaz Değerlendirmesi, CAD Programları, Mesleki Yabancı Dil vb.) programda yer almayanların, seçmeli veya zorunlu ders olarak yerleştirilmesi önerilebilir.
- Muhtelif meslek yüksekokullarında ayrı birer ders olarak okutulan “Dengeleme Hesabı, Hatalar Teorisi, Haritacılık Mesleğine Giriş, Jeodezik Astronomi, Kamulaştırma, Madencilik Ölçmeleri, Parselleme Tekniği, Parselasyon, Yönlendirilmiş Çalışma” derslerinin, değerlendirme bölümünde belirtilen gerekçeler nedeniyle mevcut programlardan çıkarılmalıdır.
- Bunların yerine meslekle ilgili diğer derslerden (Sulama-Kurutma, Yapı Ölçmeleri, Yapı Ölçme ve Şantiye Tekniği, Haritacılık Uygulamaları, Taşınmaz Değerlendirmesi, CAD Programları, Mesleki Yabancı Dil) programda yer almayanların, seçmeli veya zorunlu ders olarak yerleştirilmesi önerilebilir.
- Çağa uygun nitelikte harita teknikleri yetiştirmek için, meslek yüksekokullarının yaklaşık olarak % 40'inin ders programlarında, çağdaş haritacılık teknolojisine uygun derslerin yer aldığı görülmüştür.

Bunun yanında eğitim-öğretim politikaları hakkında görüşülürken, haritacılık alanı özelinde “Ülkemizde haritacılık eğitimi verilen tüm bölümlerde standart programlar mı uygulanmalı, yoksa bölümler arasında uzmanlaşma paylaşımı mı yapılmalı?” sorusu gündeme gelmektedir. Bu sorunun yanıtı, sadece haritacılık sektöründe değil mesleki eğitimin diğer tüm alanlarını kapsayacak şekilde yeni iş alanları sorunuyla birlikte düşünülmeli ve ülkemizdeki “yeni bölümler/okullaşma” sorunuyla da ilişkilendirilmelidir (HKMO İST, 2002; Köktürk vd., 2005).

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma, 22-23 Eylül 2006 tarihinde KTÜ Jeodezi Fotogrametri Mühendiliği’de (Trabzon) düzenlenmiş olan Prof. Dr. Erdoğan ÖZBENLİ Harita Mühendisliği Eğitim Sempozyumu’nda sunulan “Çağdaş Harita Mühendisliği Formasyonuna Uygun Harita Teknikerliği Eğitim Programlarının Gözden Geçirilmesi” isimli bildirin gncellenmiş ve genişletilmiş şeklidir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Bıyık, C. ve Karaali, C., (1992). Harita Kadastro Teknikerliği Eğitimi Ders Programlarının Gözden Geçirilmesi ve Yeniden Düzenlenmesi, Türkiye 3. Harita ve Teknikerlik Hizmetleri Kurultayı, 13-16 Nisan 1992, MTA Kültür Sitesi, Ankara.
- [2] Çakılcı, E., ve Yılmaz, S., (2017). Eğitim ve İstihdam Arasındaki İlişki, UMYOS 2017, May 18-20, Bosnia & Herzegovina.
- [3] Erdem, N. ve Nacar, F., (2009). MYO-İş Hayatı Arasında İşbirliği ve Projeler: Osmaniye İli Örneği, 1.Uluslararası 5. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Kadınhanı Faik İçil Meslek Yüksekokulu, 27-29 Mayıs, Konya.
- [4] Erdem, N., (2016a). Mesleki Eğitimde Sektörel İşbirliğinin Önemi: Osmaniye MYO Örneği, International Symposium on Post-Secondary Vocational Education and Training, 12-15 October 2016, Çorum/Turkey.
- [5] Erdem, N., (2016b). Türkiye’de Taşınmaz Değerleme Uzmanlığı ve Haritacılık Eğitimi, International Symposium on Post-Secondary Vocational Education and Training, 12-15 October 2016, Çorum/Turkey.
- [6] Ülkemizde Harita Kadastro Teknikerlik Eğitimi’, Harita ve Kadastro Dergisi, Yıl: 1, Sayı:3, s. 10-17, 1990, Ankara.
- [7] Eren, K. ve Uzel, T., (1995). GPS Ölçmeleri, YTÜ, Yayın no:301, İstanbul.
- [8] Erol, M. (2004), "Meslek Yüksekokullarında Muhasebe Eğitimi Alan Öğrencilerin Staj Uygulamasında Kargalaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri", Muhasebe ve Finansman Dergisi, 21.
- [9] Göktürk, Ğ. E., Aktaş, M.A., ve Göktürk, Ü. (2013). Sosyal bilimler meslek yüksekokullarının eğitim sürecinde; uygulama açısından karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Electronic Journal of Vocational Colleges- Aralık 2013 UMYOS Özel Sayı.
- [10] Gültekin, N., Polat, M., ve Özkan, A. (2017). Meslek Yüksekokullarındaki Staj Uygulamasının Araştırılması Eksiklerinin Tespit Edilerek Çözüm Önerilerinin Oluşturulması (Otomotiv Programı Örneği), UMYOS 2017, May 18-20, Bosnia & Herzegovina.
- [11] Gürbüz, H., (1990). Ülkemizde Harita Kadastro Teknikerlik Eğitimi’, Harita ve Kadastro Dergisi, Yıl: 1, Sayı:3, s. 10-17, Ankara.
- [12] HKMO İST, (2002). Mesleki Sorunların Tartışılması ve Geleceğe Yönelik Politikaların Belirlenmesi Kurultayı İstanbul Raporu, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Çoğaltma, 88 s.
- [13] İnce, H., (2006). Çağdaş Harita Mühendisliği Formasyonuna Uygun Harita Teknikerliği Eğitim Programlarının Gözden Geçirilmesi, Prof. Dr. Erdoğan ÖZBENLİ Harita Mühendisliği Eğitim Sempozyumu, 22-23 Eylül, KTÜ Jeodezi Fotogrametri Mühendiliği Bölümü, Trabzon.
- [14] Kahveci, M. ve Yıldız, F., (2001). GPS Global Konum Belirleme Sistemi Teori-Uygulama, Nobel yayınları, Ankara. 1998.
- [15] Türkiye’de Harita Kadastro Teknikerliği Eğitimi’, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Araştırma Raporları, Fakülte Yayın No:1998/1, Trabzon.

- [16] Kocaman, E., (1998). Türkiye’de Harita Kadastro Teknikerliği Eğitimi’, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Araştırma Raporları, Fakülte Yayın No:1998/1, Trabzon.
- [17] Köktürk, E., Çelik, R.N., Özlüdemir, M. T. ve Kılıç, G., (2005). Harita Sektöründe Eğitim-Öğretim Sorununun Boyutları ve Çözüm Önerileri, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart - 1 Nisan, Ankara.
- [18] Palancıoğlu, H.M., (1996). Aydın Kent Bilgi Sistemi Pilot Proje Tasarımı ve Uygulaması, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [19] Söyler, O., Çakır, M., ve Kalpakçıoğlu, H. (2017). Meslek Yüksekokullarında Öğrenci Merkezli Eğitim Yaklaşımı Kapsamında Yürütülen Proje Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma: Elektronik ve Otomasyon Bölümü Örneği, UMYOS 2017, May 18-20, Bosnia & Herzegovina.
- [20] Tüdeş, T., (1979). Aplikasyon- Özel Ölçmeler, KTÜ Yayınları No 105, Trabzon.
- [21] URL_1:http://omyomimarlik.osmaniye.edu.tr/9493_mimari-restorasyon-program%C4%B1.html
- [22] URL_2: Osmaniye Belediyesi Resmi Web Sitesi, www.osmaniye-bld.gov.tr., Haziran 2008.
- [23] URL_3, <http://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2015/>, Erişim: Mayıs, 2016.
- [24] Utlu, N., ve Yiğit, N., (2017). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu ve Programlarının Açılmasında Göz önünde Bulundurulması Gereken Kriterler
- [25] Yomralıoğlu, T., (2002). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamaları, 2.Baskı, Trabzon.
- [26] Yomralıoğlu, T. ve Nişancı, R., (2006). Türkiye’de Harita Mühendisliğinin Taşınmaz Değerlemedeki Yeri ve Rolü, Rapor 1.0, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mart, Trabzon.

JEOTERMAL ENERJİ KAYNAKLI ATIK ISININ SERALARDA KULLANILMASI VE SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

Ramazan KAYABAŞI¹

ÖZET

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak gıda taleplerinde hızlı bir artış gözlemlenmektedir. Tarım ürünlerin çoğunluğu yaz dönemi ürünleridir ve soğuk kış şartlarında yetiştirilmesi güçtür. Sera şartlarında yetiştirilebilen ürünler ılıman iklime sahip bölgelerde seralarda yetiştirmektedir. İliman iklim şartlarında olmasına rağmen ısıtma giderlerinden dolayı ürünlerin maliyetleri yükselmektedir. Bu nedenle jeotermal kaynakların bulunduğu yerlerde jeotermal enerjinin kullanıldığı seralarda üretim yapılmaktadır. Yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde çıkartılan jeotermal akışkan seraları ısıtılması için kullanılabilir. Seralarda jeotermal akışkanın ısını kullanabilmek için jeotermal kuyu açmak maliyetli bir işdir. Büyük tarım firmaları jeotermal kuyu açarak üretim yapabilmektedir. Küçük ve orta ölçekli firmalar ise bu kaynağı kuyu açma maliyetinden dolayı kullanamamaktadır. Seraların ısıtılması için termal otellerin kullandığı jeotermal akışkanın atık ısı veya jeotermal elektrik santrallerinin kullandığı akışkanın reenjeksiyon yapılmadan önce var olan atık ısıları ideal ve düşük maliyetli bir kaynaktır. Jeotermal kaynak kullanıldıktan sonra hala yüksek sıcaklığa sahip bulunabilmektedir. Bu kaynakların kullanılması ile birlikte ürünler daha düşük maliyetli ve soğuğa karşı korunması için ilaç uygulanmadan organik olarak yetiştirilmesine mümkün olacaktır. Jeotermal kaynağın bulunduğu yerlerde yöre halkı, kendi ihtiyaçları için tarım ürünleri ve ticari olarak satabileceği tarım ürünleri üretebileceklerdir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal Enerji, Atık Isı, Sera Yetiştiriciliği

GEOHERMAL ENERGY RESOURCES WASTE USE AND MANUFACTURING EFFECT

ABSTRACT

A rapid increase in food demand has been observed due to the increase in world population. The majority of agricultural products are summer products and it is difficult to grow them in cold winter conditions. The products that can be grown in the greenhouse conditions are grown in green areas in temperate regions. Despite being in temperate climates, the costs of products are rising due to heating costs. For this reason, geothermal resources are used in the production of greenhouses where geothermal energy is used. The geothermal fluid extracted at various depths of Yerkabug can be used for heating the greenhouses. It is costly to open a geothermal well in order to use the heat of the geothermal fluid. Large farmers can produce by opening geothermal wells. Small and medium sized companies can not use this source because of the cost of opening the well. Waste heat from the geothermal fluid used by

¹ Öğr. Gör., Erciyes Üniversitesi, Tomarza Mustafa Akıncıoğlu MYO, İnşaat Bölümü, 38900, Tomarza, Kayseri, rkayabasi@erciyes.edu.tr

the thermal houses for heating the subdivisions or the fluid used by the geothermal power plants is an ideal and low cost resource before re-injection. After using geothermal welding, it can still have high temperature. With the use of these resources, it is possible to grow the crops organically without the use of medicines for lower cost and protection against cold. Where geothermal resources are present, local people will be able to produce agricultural products and agricultural products that they can sell commercially for their own needs.

Keywords: Geothermal Energy, Waste Heat, Greenhouse Cultivation

1. GİRİŞ

Enerji günümüzde ülkelerin gelişmişliğini göstermekle birlikte ülkeleri ekonomik anlamda uluslararası arenada söz sahibi edebilmektedir. Bu nedenle ülkeler enerji politikalarını sürekli güncellemekte ve sahip olduğu enerji kaynaklarını verimli kullanmak için teknoloji yarışına girmektedir. Bununla birlikte yeni enerji kaynakları aramakta ve ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Küreselleşen dünyada çevre sorunları oluşmaması için uluslararası yapılan protokollere göre davranmak zorunluluğu olduğu için yenilenebilir enerji kaynakları önemini artırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı tüm insanlığın geleceğini güvence altına almak için yaşamsal bir öneme sahiptir. Karbondioksit gazının atmosferde yoğun olarak birikmesi, küresel ısınmaya yol açmaktadır. Meydana gelen sıcaklık artışı, dünya ikliminin değişmesine, kutuplardaki buzulların erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine ve neticede birçok verimli tarım topraklarının sular altında kalmasına neden olacaktır. Küresel ısı artışını önlemenin ilk koşulu, fosil yakıt kullanımını azaltarak, enerji altyapısını yenilenebilir enerjileri kullanmaya uygun duruma getirmektir (Keleş ve Hamamcı, 2002, s.105).

Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, biokütle, hidrojen, dalga, gelgit enerjisidir. Bu enerji kaynakları doğanın kanunu gereği tekrar eden bir döngüye sahip olduğu için tükenmeyen enerji kaynakları olarak nitelendirilmektedirler. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kendi içinde avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Jeotermal enerji jeolojik yapıya bağlı olarak oluşan, doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılabilen, yeryüzüne su, buhar ve gaz ile taşınabilen yer kabuğunun ulaşılabilir derinliklerindeki doğal kaynağın ısı enerjisidir. Jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji kaynağı olması, işletme maliyetinin diğer enerji türlerine göre ucuz olması ve devreye girme çabukluğu açısından önemli ayrıcalıklara sahiptir. Ayrıca çevresel şartlarda bağımsız olması onu günün ve yılın tüm zamanlarında bakım hariç kullanılabilir kılmaktadır. Ülkemizin jeotermal kaynak olarak Avrupa'da 1. dünyada ise 7. sırada bulunması bu enerji kaynağının araştırılması gerektiğini bize göstermektedir. Yerli ve milli enerji kaynağımız olarak özellikle enerji ithalatının yüksek olduğu günümüzde değeri her geçen gün artmaktadır. Özellikle elektrik dışı uygulamalarda ulusal teknolojinin yeterliliği diğer enerji kaynaklarına göre jeotermal enerjiyi avantajlı konuma getirmektedir.

Türkiye jeotermal enerjide, yaklaşık 31.500 MWt ısı potansiyeline sahiptir. Türkiye'deki mevcut jeotermal enerji uygulamalarının %6'sı elektrik üretimi, %67'si konut ısıtması, %9 termal tesis ısıtma, %18'i sera ısıtmasında kullanılmaktadır (GEKA, 2011).

Türkiye, toplam elektrik enerjisi ihtiyacının %5'ini, ısıtmada ısı enerjisi ihtiyacının %30'unu; ağırlıklı ortalaması alındığında ise toplam (elektrik+ısı) enerji ihtiyacının %14'ünü jeotermal enerji ile karşılayabilecek potansiyele sahiptir (Mertoğlu vd., 2006).

Ülkemiz bir tarım ülkesidir. Türkiye, 36° - 42° Kuzey paralelleri ile 26° 45° Doğu meridyenleri arasında yer alır. Ekvator kuşağında olan ülkemizde dört mevsim yaşanmaktadır. Dünya'da en fazla endemik bitki çeşitliği sahip; jeopolitik konumu, 0 - 2500 rakım arasındadır. Ülkemizin özellikleri değerlendirildiğinde ve üretilen ürün verilerine bakıldığında yaz mevsimi şartlarında yetiştiricilik potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Tarım ürünleri yetiştiriciliği 12 ay boyunca yapılabilen yerler bulunmakla birlikte yetiştirilen ürün çeşidi azdır. Buna karşılık kış şartlarında tarımsal faaliyetler neredeyse durma noktasına gelmektedir. Örtülü tarımın yapılmasıyla birlikte dört mevsim yetiştiricilik yapılabilmektedir.

Seralarda mevsimlik çiçek üretimi, maliyeti yüksek bir faaliyettir. Maliyetlerin önemli bir kısmını sera ısıtılması ve gübre kullanımı oluşturmaktadır. Isıtma işlemi için Türkiye'nin büyük bir bölümünde kömür ve doğalgaz kullanılmaktadır. Kışın seraların ısıtılması için kullanılan fosil yakıtların hem maliyeti yüksek, hem de çevresel standardı düşüktür(Enc ve diğ. 2012).

Bölgenin iklim şartlarında yetiştirilmesi mümkün olmayan ürünlerin seralarda yetiştirilmesi mümkün olmaktadır. Kaynağın bulunduğu alana göre kış şartlarının ortalama sıcaklığı değişmektedir. Ortalama sıcaklığın 10-20°C üzerinde sıcaklığa sahip olan kapalı alanlar birçok tarım ürünü için elverişli hale gelmektedir. Güneş ışınlarının yetersiz olduğu gündüz saatleri ve özellikle sıcaklığın düştüğü gece saatlerinde seralar ısı desteğine ihtiyaç duymaktadır. Seralar yapı malzemeleri olarak kullanılan cam, naylon vb. malzemeler ısı transfer katsayısı yüksek olduğu için ısı kayıpları fazla yaşanmaktadır. Isıl değişimin hızlı olması sonucu sera sıcaklığı hızlı şekilde düşer ve bu durum ürünlerin zarar görmesine neden olur. Ürünlerin zarar görmemesi için ısı kaybının karşılanmasına ve seraların ısıtılmaya ihtiyacı vardır.

Örtülü seracılık faaliyetlerini yıl içine yayabilmek için oluşturulan kapalı alan iklim koşullarını yetiştirilecek ürünün özelliğine göre kontrol altında tutmak gerekmektedir. Örtü altı hacmi istenilen şartlarda tutabilmek için kış şartlarında ısıtma ihtiyacına ekonomik çözüm aranmalıdır. Isıtma ihtiyacı seranın kurulduğu bölgenin dış sıcaklık ortalamasına göre önemli seviyede maliyet farkları oluşturmaktadır. Bu nedenle birçok bölgede seracılık faaliyetlerine kış dönemi ara verilmektedir. Jeotermal enerji kaynaklarının bulunduğu yerlerde ise ısıtma giderleri azaldığı için örtülü seracılık avantajlı hale gelmektedir. Örtülü yetiştiriciliğe uygun olan ürünler içerisinde talepler doğrultusunda yetiştirilecek ürünler seçilerek modern üretim tekniklerini kullanılması ile kış dönemi üretime devam edilebilmektedir. Jeotermal kaynak kullanılarak ısıtılan seralarda, bitkiler için konfor şartları ekonomik olarak sağlanmakta ve ortam koşullarından kaynaklanabilecek hastalıklar azaltılarak, verim artırılmaktadır.

İklim şartlarını kontrol ederek, tarımsal üretim sürecini yıl içerisinde daha geniş bir zamana yaymak üzere yapılan örtü altı üretimde en önemli sorun ısıtmadır. Ülkemiz şartlarında, ısıtma giderleri ise sera karlılığını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi, bölge ve ürün tipine bağlı olarak değişmekle birlikte toplam maliyetin %40 ile %80'ini oluşturmaktadır. Sera ısıtmasında kullanılan fosil yakıtların maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle, ülkemizdeki birçok serada

düzenli bir ısıtma yapılamamakta, sadece bitkileri dondan korumaya yönelik ısıtma yapılmaktadır. Düzenli ısıtma yapılmaması, verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama, tarımsal mücadele için ilaç ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir (Kendirli ve Çakmak, 2010).

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmada, jeotermal kaynakların çeşitli amaçlarla kullanımından sonra jeotermal atık ısının seralarda kullanımı için potansiyel durumu araştırılmıştır. Isıtma amaçlı direk kullanım sonrası veya termal otellerin jeotermal kaynağı kullanımı sonrası ver alan ve hala kullanılabilir durumdaki kaynağın değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Jeotermal enerjinin üretime etkisi incelenmiştir. Jeotermal seracılık ile kaynakların daha verimli şekilde kullanılması için sürdürülebilir jeotermal seraların Türkiye’de yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada Türkiye şartlarında tespit edilmiş jeotermal kaynaklar referans alınarak kaynak özellikleri incelenmiştir. Kaynakların kullanım amaçları saptanmıştır. Jeotermal kaynakların kullanımı sonrasında hala kullanılabilir sıcaklıkta ve atık ısı kullanılabilir durumda ise bu kaynakların jeotermal seralarda kullanılabilirliği araştırılmıştır. Elde edilen araştırma bulgularına göre öz kaynağımız olan jeotermalin seralarda yaygınlaştırılması ile birlikte ülkemize sağlayacağı katkı tartışılmıştır. Ayrıca jeotermal kaynakların kullanımı sonrasındaki; özelliklerine göre alternatif kullanımlar için atık ısı potansiyeline göre yöntemler araştırılmıştır.

3.1. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde var olan ısının oluşturduğu bir enerji türüdür. Bu ısı yeryüzüne doğal olarak sıcak su kaynağı ve buhar veya sondajlarla sıcaqsu, sıcaqsu-buhar ve buhar şeklinde ulaşmaktadır. Jeotermal enerji yenilenebilir enerji türleri arasında yer almaktadır. Kaynağından doğal yolla veya sondaj ile yeryüzüne çıkan bu enerji kaynağı 20 ile 300°C ye kadar sıcaklığa sahip olabilmektedir. Jeotermal akışkandan kaynağının sıcaklığı debisi ve potansiyeline göre birçok alanda yararlanmak mümkündür. Başlıca kullanım alanları, elektrik üretimi, mekan ısıtma sistemleri, sera ısıtma uygulamaları, kurutma uygulamaları, endüstride proses ısısı sağlama uygulamaları, kaplıca turizmi, kuru buz üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Dünyanın alan olarak %5’lik kısmında jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kuşak ateş halkası olarak adlandırılırken, Türkiye bu ateş halkasının üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle Türkiye, dünyada jeotermal enerjiyi kullanan şanslı ülkelerden biridir (Kılıç ve Kılıç, 2009).

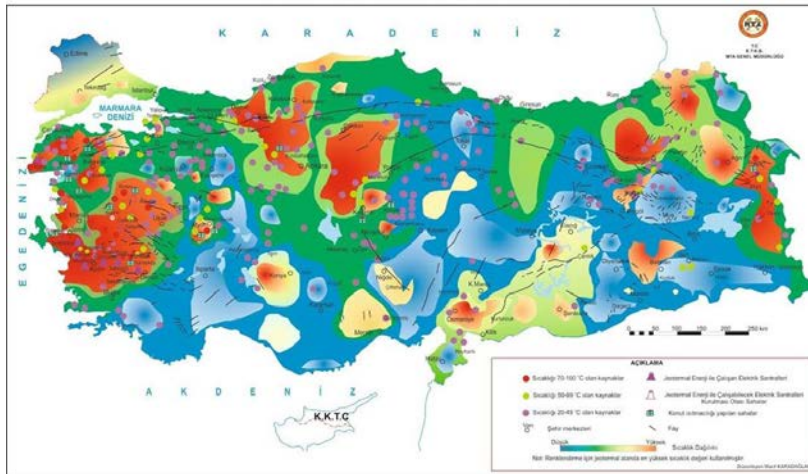
Jeotermal enerji çıkış sıcaklığına göre sınıflandırılırsa üç gruba ayrılmaktadır.

- ✓ Düşük sıcaklıklı sahalar (20-70 °C sıcaklık),
- ✓ Orta sıcaklıklı sahalar (70-150 °C sıcaklık),
- ✓ Yüksek sıcaklıklı sahalar (150 °C’den yüksek sıcaklık).

Bu sıcaklık eşik değerleri, yüksek sıcaklıklı (entalpili) jeotermal sahalara sahip birçok ülkede;

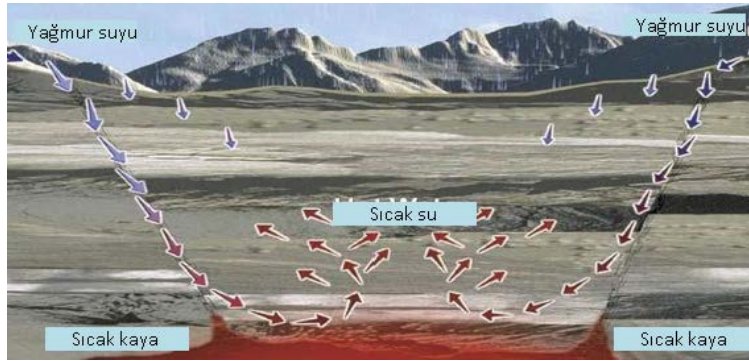
- ✓ Düşük entalpili ≤ 150 °C
- ✓ Yüksek entalpili >150 °C şeklinde de sınıflanabilmektedir.

2017 yılı Kasım sonu itibari ile ilave 233.000 metre sondajlı arama tamamlanarak, ilave 1900 MWt ısı enerjisi artışı sağlanmıştır. MTA tarafından 173 adet olan keşfedilmiş jeotermal saha sayısı da sondajlı aramalarla 10 adedi elektrik üretimine uygun olan yeni sahaların keşfiyle 234 sahaya çıkarılmış olup, bugüne kadar toplam 618 adet, 392.000 metre sondajlı arama çalışması yapılarak doğal çıkışlar dahil açılan kuyularla 5000 MWt ısı enerjisi elde edilmiştir(MTA).



Şekil 1. Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası

Ülkemizde potansiyel oluşturan alanların % 78'i Batı Anadolu'da, % 9'u İç Anadolu'da, % 7'si Marmara Bölgesinde, % 5'i Doğu Anadolu'da ve % 1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın % 90'ı düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi vs.) için uygun olup, % 10'u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur.



Şekil 2. Gelişen jeotermal sahaların görünümü (Ayaz vd, 2004).

Şekil 2’de görüldüğü gibi yüzeyden derinlere doğru inildiğinde yer altında jeotermal kaynak ile karşılaşılır. Graben ve horst yapılarıyla açıklanan bölgedeki yapısal özellikler yağmur ve yüzey suları veya reenjeksiyon suları tarafından beslenir. Bu sular derinlerde ısıtılıp tekrar yüzeye taşınmasıyla jeotermal faaliyetler sürdürülür.

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2016 yılı verilerine göre 12.8 MWe düzeyindedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika ve Yeni Zelanda şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 70.329 Mwt olup, Dünya’da doğrudan kullanım uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve İzlanda’dır.

Türkiye’de yıllara göre jeotermal enerji çalışmaları MTA tarafından karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Elektrik üretimine uygun saha sayısı 2002 yılında 16 iken 2017 yılında 25 adede çıkmış.
- Sera ısıtması 2002 yılında 500 dönüm iken 2017 yılında 3931 dönüme çıkmış, % 686 artış olmuştur.
- Konut Isıtması 2002 yılında 30.000 konuttan 2017 yılında 114.567 konut eşdeğerine çıkmış, % 281 artış olmuştur.
- Elektrik üretiminde kurulu güç 2002 yılında 15 MWe iken 2017 yılı Kasım ayı itibariyle sonunda Kurulu Güç 1052 Mwe' e çıkış, % 7000 artış olmuştur.
- Ülke Görünür ısı kapasitesinde ise 2002 yılında 3000 Mwt den 2017 yılında 15.500 Mwt e çıkmış % 416 artış sağlamıştır.

Jeotermal kaynaklar kaynağın sıcaklığı ve kaynağın potansiyeli ve entalpisine göre çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır. Kaynak istenilen potansiyele sahipse kaynağın sıcaklığı kullanım amacını belirler. Kaynağın bulunduğu konumda kullanım türünü belirlerken önemli bir role sahiptir. Jeotermal kaynakların kullanım alanları tablo 1’de genel hatlarıyla sınıflandırılmıştır.

Tablo 1. Jeotermal Kaynak Kullanım Alanları (Lindal Diyagramı).

Sıcaklık	Kullanım Alanı
180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, Elektrik Üretimi
170	Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfid eldesi

160	Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı
150	Bayer's metodu ile alüminyum eldesi
140	Konservencilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması
130	Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi,
120	Distilasyonla temiz su elde edilmesi
110	Çimento kurutması
100	Organik maddeleri kurutma (Deniz yosunu, çimen, sebze), yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma (stok balık)
80	Yer ve sera ısıtması
70	Soğutma (Alt Sıcaklık Limiti)
60	Sera, ahır ve kümes ısıtması
50	Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma
20	Balık çiftlikleri

Endüstriyel süreçlerde kullanılmak üzere üretilen ısı enerjisi fosil yakıtlar vasıtasıyla veya elektrik enerjisi ile üretilmektedir. Enerji tüketimindeki ve dolayısıyla enerji fiyatındaki artış, enerjinin giderek daha verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Bu yöntemler kullanılarak üretilen ısı enerjisi atmosfere atılması yerine kullanılabilir durumda olan kısmı tekrar değerlendirilmelidir. Bu nedenle, enerji kayıplarının azaltılması ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, gitgide büyüyen bir önem arz etmektedir. Bu kapsamda işletme maliyeti düşük olan jeotermal kaynak kullanımı ve jeotermal kaynakların atık ısısının geri kazanımı önemini arttırmaktadır. Karbondioksit salınımını azaltması açısından jeotermal kaynakların kullanımı ve yaygınlaştırılması gereklidir. İklim şartlarından bağımsız olması ve devreye direkt alınabilmesi açısından avantajlı olan bu kaynak yaygınlaştırılması gereklidir.

Atık ısı geri kazanımı; birincil enerji tüketimini azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlar, yerli kaynaklar daha verimli kullanıldığı için rezerv ömürlerini artırır, enerji açısından dışarıya olan bağımlılığı (özellikle de doğalgaza) önemli ölçüde azaltır, ihracatı azaltacağı için ihracat-ithalat dengesine olumlu katkı yapar, enerji kullanım kaynaklı çevreye atılan emisyon miktarlarını ve aynı zamanda termal ve kimyasal kirlenmeleri azaltır, özellikle bölgesel ısıtma için konforlu, ucuz, güvenilir ve güvenli enerji sağlar, yeni iş sahaları ve imkânlarını artırarak istihdam sağlar, sanayinin üretim maliyetlerini azaltarak rekabet gücünü artırır (Erdem, 2010).

3.2. Sera Isıtması

Seralar ısıtma ihtiyacı bulunduğu bölgenin mevsim durumuna göre değişmektedir. Isıtma ihtiyacı; örtülü seranın bulunduğu bölgenin ortalama dış sıcaklığına göre, sera örtü malzemesi ve diğer şartlara göre değişmektedir. Kullanılacak ısıtma kaynağı seranın ısı kaybını karşılamalı ve ısıtılacak hacmi istenilen sıcaklıkta tutulabilmelidir. İçinde yetiştirilecek tarımsal ürünün en ideal şartlarda kısa sürede yetişebilmesi için gerekli iklim şartları dış hava şartları ne olursa olsun sağlanmalıdır.



Şekil 3. Jeotermal Sera

Dünya’da 34 ülkede yapılan jeotermal sera ısıtılmasında lider ülkeler Türkiye, Macaristan, Rusya, Çin ve İtalya’dır. Seralarda üretilen ana ürünler sebze ve çiçeklerdir. Fakat Amerika’daki ağaç fideleri ve İzlanda’daki muz bahçeleri gibi uygulamalar bulunmaktadır (Lund 2011). Jeotermal enerjinin tarımsal amaçlı kullanımları Macaristan, Makedonya, Bulgaristan, Sırbistan gibi Avrupa ülkelerinde jeotermal kaynağın doğrudan uygulamalarında dikkat çekmektedir (Popovski ve Vasilevska, 2003).

Jeotermal enerji ile sera ısıtma sistemleri, jeotermal akışkanın çıkarıldığı bölgeden tüketicilerin bulunduğu alanlara taşınması için kullanılan elemanlar topluluğu olarak değerlendirilir. Bu sistemler teknik özelliklerine göre toprak içerisine, toprak yüzeyine veya yetiştirme masalarına yerleştirilen ısıtma sistemleri, fan ve ısı değiştirici kullanılan hava ısıtma sistemleri ve kombine ısıtma sistemleri olarak gruplandırılabilir. Isıtma sistemleri içerisinde, jeotermal enerji uygulamalarına en uygun sistemin, zeminden veya toprak altından yapılan ısıtma sistemi olduğu belirlenmiştir. Bu sistemin aynı kaynaktan beslenen ortam havası ısıtma sistemi ile desteklenmesi en iyi çözümü sağlamaktadır. Toprak ısıtma sistemi belirli derinlik ve aralıklarla gömülü ve içerisinde sıcak akışkan dolaşan ısıtma borularından oluşur. Günümüzde plastik malzemelerden yapılmış ısıtma boruları, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve kolay bir şekilde döşenebilir olmaları nedeni ile yaygın olarak kullanılmaktadır (Kendirli, 2010).

Tablo 2. 2008 Yılı İtibarıyla Örtüaltı Alanlarının Bölgelere Göre Dağılımı (Anonim, 2009a).

Bölge adı	Cam sera	Plastik sera	Yüksek tünel	Alçak Tünel	Toplam	%
Akdeniz	7525.4	17355.2	5115.9	17131.3	47127	86.9
Ege	691.4	2695.5	602.9	484.3	4474	8.2
Karadeniz	1.7	659.7	430	1465.5	1556	2.9
Marmara	2.3	2359.7	481.3	10.4	853.7	1.6
İç Anadolu	0.3	58.4	45.7	-	104.4	0.2
Doğu Anadolu	-	13.7	14.7	6.9	35.3	0.1
Güneydoğu Anadolu	4.2	25.8	5.5	28.1	63.6	0.1
Toplam	8225.3	21168.0	6696.0	18126.5	54215	100

Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak, gıda maddelerine olan talep de her geçen gün artış göstermektedir. İnsanlar çoğu zaman sebze ve meyveleri mevsimi dışında da tüketmek istemektedirler. Bu artan gıda talebinin karşılanması ve mevsimi dışında sebze ve meyve talebinin karşılanabilmesi için, birim alandan yüksek verimin alındığı seracılık, tüm dünyada her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle jeotermal kaynaklar, diğer kullanım alanlarına ve sağladığı faydalara ilaveten tarımsal üretim açısından büyük önem arz etmektedir. Jeotermal enerjinin tarımsal üretim alanlarında kullanılması, bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklığı sağlama yanında, aşırı sıcak dönemler hariç üretimin kesintiye uğramadan yılın her döneminde yapılabilmesine imkan tanımaktadır. Mevsim sıcaklık ortalamasının yükselmesi ile birlikte seralar haricinde açık alanda üretimler yapılmaktadır. Bu nedenle yaz dönemi sera üretimine ihtiyaç kalmamaktadır. Ayrıca sera içi sıcaklık aşırı artacağı için üretime ara verilmektedir. Ürün yelpazesinin genişlemesi ve tarla bitkilerinin mahsul vermesi ile sera üretimi ekonomik olmaktan çıkmaktadır.

Tablo 3. Türkiye’de 2013 Yılı ÖKS Kayıtlarına Göre Jeotermal Sera Alanları (Anonim 2013f)

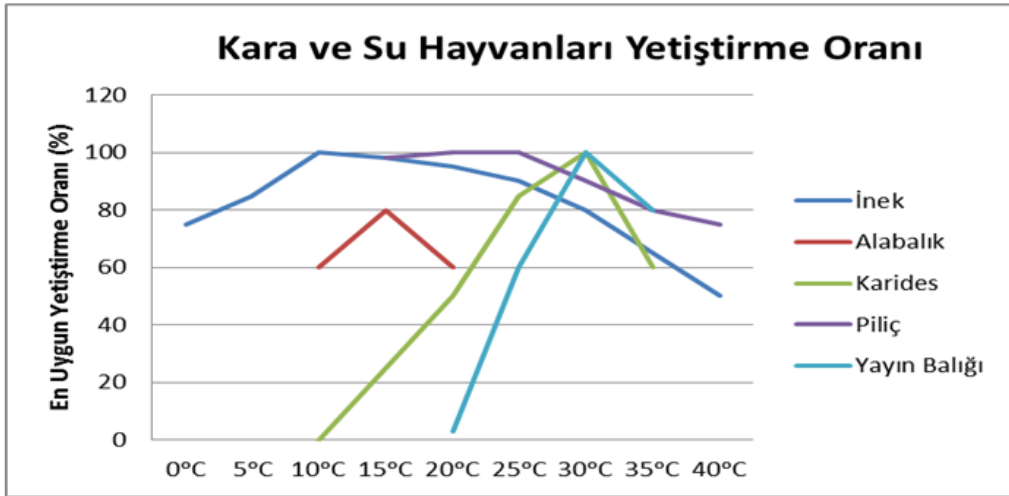
İl Adı	İşletme Sayısı	Alan (da)	Toplam Jeotermal Sera Alanı İçerisindeki Payı (%)
Afyon	6	358	11,18
Aydın	17	173	5,40
Denizli	26	456	14,24
İzmir	15	784	24,48
Kırşehir	1	97	3,03
Kütahya	46	125	3,90
Manisa	7	750	23,42
Nevşehir	1	61	1,91
Şanlıurfa	26	373	11,65
Yozgat	2	25	0,78
Toplam	147	3.202	100,00

Türkiye’de 2013 yılı ÖKS kayıtlarına göre jeotermal sera alanları tablo 3’te verilmiştir. 10 ilde jeotermal kaynak kullanılarak örtü altı üretim yapılmaktadır. Bu alanların yaklaşık yarısı İzmir (%24,48) ve Manisa (%23,42) illerinde bulunmaktadır. İşletme sayıları bakımından ise en fazla işletme 46 işletme ile Kütahya ilinde yer alırken, onu 26 işletme ile Şanlıurfa ve Denizli illeri takip etmektedir.

Tablo 4. Seralarda Yetiştirilen Bazı Ürünlerin Optimal Sıcaklık Değerleri

Sebze	Gündüz (°C)	Gece (°C)	Kesme Çiçek	Gündüz (°C)	Gece (°C)
Dometes	19-24	14-18	Papatya	20-22	16-18
Hıyar	22-24	16-18	Karanfil	12-15	7-10
Fasulye	22-26	12-16	Gül	21-23	15-16
Biber	21-27	15-19	Lilium	18-20	13-15
Patlıcan	25-30	18-19	Gerbera	20-22	10-12
Kavun	20-25	16-18	Glodial	16-20	10-12
Karpuz	25-30	18-20	Krizantem	18-21	12-13

Seralarda yetiştiricilik yapabilmek için kontrol altında tutulması gereken birçok etken bulunmaktadır. Örtü altı sıcaklığı, havanın nemi, havalandırma, karbondioksit miktarı ve ayrıca ürün ve ortam ile ilgili faktörler. Sera içerisinde yetiştirilen bitki türleri, büyüme aşamalarında farklı tablo 4'te verilen optimum büyüme sıcaklıklarına ihtiyaç duyarlar. Bu sıcaklık değerlerinin artması veya azalması bitkinin verim ve kalite parametrelerine doğrudan etki etmektedir. Mezoterm bir bitki olan domates için en iyi ürün verdiği ısı koşulları, gece 14-18 °C ve gündüz 19-24 °C kabul edilmiştir.

**Şekil 4.** Kara hayvanları ve su ürünleri yetiştiriciliği için ideal iklim şartları

Kara hayvanları ve su ürünleri yetiştiriciliği için ideal kültür şartlarının sağlanması gerekmektedir. Kültür şartları yanında ayrıca kontrol altında tutulması gereken birçok etken bulunmaktadır. Ortam sıcaklığı, havanın nemi, havalandırma, karbondioksit miktarı ve ayrıca ürün ve ortam ile ilgili faktörler. Hayvan ve su ürünleri bakımından yetiştirilen türler, büyüme aşamalarında farklı şekil 4'te verilen optimum büyüme sıcaklıklarına ihtiyaç duyarlar. Bu sıcaklık değerlerinin artması veya azalması hayvanların ve su ürünlerinin yetiştirilme sürelerini veya maliyetleri doğrudan etki etmektedir.

Tablo 5. Su Canlılarına Ait Sıcaklık gereksinimleri ve Büyüme Evreleri

Tür	Sıcaklık Sınır Değeri (C°)	En Uygun Yetiştirme Sıcaklığı. (C°)	Büyüme Evresi (Gün)
İstiridyeye	0-36	24-26	730
Istakoz	0-31	22-24	730
Somon	4-25	15	182-365
Yayın Balığı	17-35	27-29	182
Sazan	4-38	20-32	450-700
Alabalık	0-32	15	182-248
Tatlısı	0-30	22-28	304
Levreği			

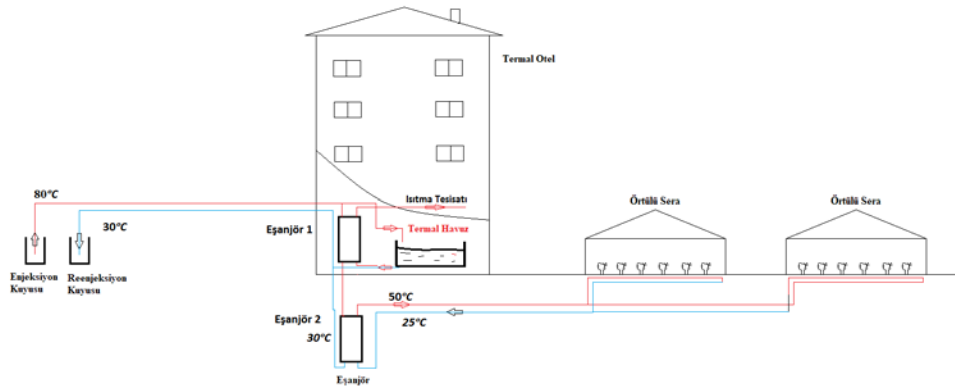
Su canlılarının büyüme evresini optimum seviyede tutabilmek için uygun yetiştirme sıcaklığı aralığında kültür şartlarının tutulması gerekmektedir. Aksi durumda yetiştirme süreleri uzamaktadır. Bu kapsamda kış şartlarında jeotermal kaynaklar kullanılarak ideal şartlar sağlanabilir. Jeotermal kaynakların işletme giderleri düşük olması nedeniyle kış dönemi yetiştiriciliğe ara verilmesi gerekmektedir. Su ürünlerinin ara vermeden yetiştirilmesi ülkemize sosyal ve ekonomik yönden katkı sunacaktır.

Tablo 6. Jeotermal alanlarda açılan kuyu sayısı ve toplam derinlikleri (MTA)

No	İl	Kuyu	Metraj	No	İl	Kuyu	Metraj
1	Afyon	148	57.887	30	Kayseri	6	1.947
2	Ağrı	6	909	31	Kırklareli	2	2.075
3	Aksaray	8	5430	32	Kırşehir	23	7.731,45
4	Amasya	7	3.423	33	Kilis	1	350
5	Ankara	61	36986,36	34	Kocaeli	3	940
6	Artvin	1	0	35	Konya	24	10081,85
7	Aydın	235	361.690	36	Kütahya	82	33.818
8	Balıkesir	69	23.021	37	Malatya	1	500
9	Batman	1	2.400	38	Manisa	172	191.759,4
10	Bilecik	1	250	39	Mersin	4	900
11	Bingöl	4	1.930,2	40	Muğla	17	6.476
12	Bolu	23	9.959	41	Muş	1	320
13	Bursa	6	2.868	42	Nevşehir	53	23.529,75
14	Çanakkale	45	34.829	43	Niğde	15	8.466,9
15	Çankırı	5	3.169	44	Ordu	2	570
16	Çorum	10	4.107	45	Osmaniye	2	700
17	Denizli	104	108.466,3	46	Rize	4	780
18	Diyarbakır	7	2.325,5	47	Sakarya	13	7.124
19	Elazığ	1	400	48	Samsun	12	5.756
20	Erzincan	3	1.903	49	Siirt	1	695
21	Erzurum	11	4.792,5	50	Sivas	15	4.372

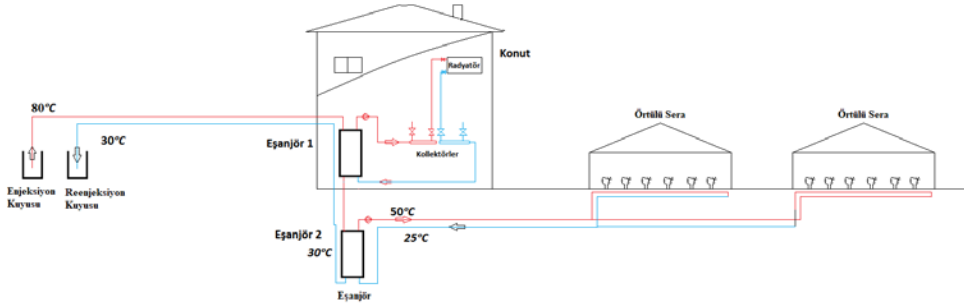
22	Eskişehir	23	7.105	51	Şanlıurfa	25	8.839
23	Gaziantep	2	750	52	Tekirdağ	1	1500
24	Hatay	9	7.575	53	Tokat	7	1.204,25
25	Isparta	1	620	54	Tunceli	2	324
26	İstanbul	10	5.308	55	Uşak	19	7.675
27	İzmir	184	91.361,05		Van	7	3.698
28	K.Maraş	6	2.913		Yalova	13	6.662
29	Karabük	1	266		Yozgat	40	12.179
		992	782.643			567	350.973
TOPLAM KUYU							1559
<i>TOPLAM</i>							1.113.616
<i>METRAJ</i>							

Bölgelerin ve şehirlerin potansiyel kaynak farklılıkları bulunmaktadır. Ülkedeki alanların, kaynak ve kuyu sıcaklık değerleri esas alındığında dağılımı; % 88 düşük ve orta, % 12 sıcaklığı 287 °C a kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı sahalar bulunmaktadır. Kaynakların durumu, kapasitesi, kaynak derinliği, akışkan sıcaklığı ve diğer yönler değerlendirilmelidir. Kuyu sayısı ve açılan kuyuların akışkanları deşarj yöntemiyle mi veya reenjeksiyon yöntemiyle mi değerlendirilmektedir. Aydın ve Afyon illeri (tablo 6) kuyu sayısı açısından oldukça iyi durumdadır.



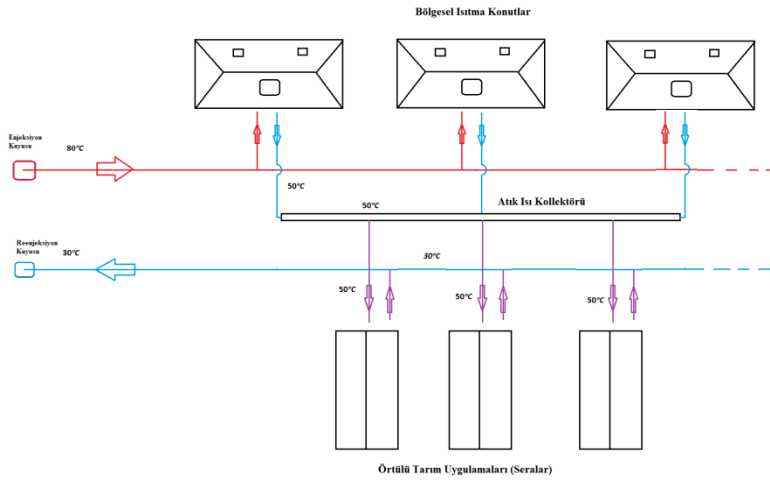
Şekil 5. Termal Otel ve Sera Entegre Kullanımı

Şekil 5'te görülen entegre kullanımda kaynak sıcaklığı 80 °C bulunmaktadır. Kaynak birinci kullanım sonrası 50 °C düşmüştür. Kaynak Sera ısıtması için hala yeterli sıcaklığa sahiptir bu nedenle reenjeksiyon yapmak yerine ikinci kullanım için ikinci eşanjöre yönlendirilmektedir. Bu sayede atık durumda olan sıcak su kaynağının atık ısısı örtülü seranın ısıtılması için kullanılmış olmaktadır. Dönüşte artık 30°C düşen akışkan reenjeksiyon kuyusuna yönlendirilmektedir.



Şekil 6. Konut ve Sera Entegre Kullanımı

Şekil 6'de görülen entegre kullanımda; jeotermal akışkanı konut ısı ihtiyacını karşılamak için kullandıktan sonra hala yüksek sıcaklığa sahiptir. Bu nedenle ikincil kullanım olarak sera ısıtması düşünülmüştür. Konutlarını jeotermal enerji ile ısıtan kişiler kaynağın potansiyeline göre ilave olarak tarım yapabileceği düşünülmektedir. Bu tür uygulamaların yaygınlaşması ile birlikte kış döneminde ekonomik açıdan değerli olan ürünler üretilecektir.



Şekil 7. Bölgesel Isıtma Entegre Kullanımı

Bölgesel ısıtma uygulaması yapılacak bölgelerde şekil 7'de verilen konutlardan jeotermal akışkan geri dönerken direk reenjeksiyon kuyusuna gönderilmesi yerine sera ısıtması için kullanılabilir. Konutlardan dönen ve kullanılabilir durumda olan jeotermal akışkan için çeşitli aralıklarla atık ısı kolektörü kullanılarak atık ısıdan faydalanılabilir bir tasarım yapılmış olur. Böylelikle hobi bahçesi kullanımı hobi sera kullanımına döner ve yılın on iki ayında uygulanabilir hale gelir. Bu uygulamaların yapılabilmesi için sadece kaynağın oluşturulması açısından sera faaliyetlerine bakılmıştır. Bunun yanında seracılığın sürdürülebilmesi için birçok etkenin bir arada olması gerektiği unutulmamalıdır. Diğer şartlar yerinde ise jeotermal seraların oluşturulması ile birlikte insanların toprağa dokunma, tarım yapma ihtiyaçlarına yönelik yaz dönemi haricinde çalışmalar yapılacaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Örtülü seralarda yetiştirilen ürünler ve kara hayvanları ile su ürünleri yetiştiriciliği için ideal iklim şartlarına yönelik çok sayıda çalışma yapılmış ve ideal şartlar belirlenerek literatüre kazandırılmıştır. İdeal şartlar sağlanırsa yetiştiricilik yapılacak ürün optimum sürede yetişecek ve beklentileri karşılayacak seviyede olgunluğa gelecektir. Bu kapsamda yetiştiricilik için gereken ortam sıcaklığını sağlamak için ısı kaynağı olarak işletme masrafı az olan jeotermal enerji kullanılmalıdır.

Seraların ısıtılmasında kullanılan fosil yakıtların pahalılığı üreticiyi ısıtma yapmadan yetiştiriciliğe yöneltmektedir. Seralarda ısıtma giderleri sera karlılığını etkileyen en önemli etmendir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi ve konuma bağlı olarak toplam üretim giderlerinin % 40-80'i arasında değişim gösterebilmektedir. Bu nedenle Tarım ülkesi olan ülkemizde seracılık faaliyetleri arzu edilen seviyelerde değildir. Bu kapsamda ekonomik olan jeotermal kaynaklar kullanılmalıdır.

Ülkemizde jeotermal kaynakları kullanarak işletilen termal otellerin kullanmış olduğu jeotermal kaynaklı atık ısı seraların ısıtılmasında kullanılabilir. Reenjeksiyon yapılarak yer altına gönderilmeden önce jeotermal kaynağın atık ısısı seraların ısıtılmasında kullanılabilir.

Jeotermal akışkan kullanılarak bölgesel ısıtma yapılan il ve ilçelerde ısıtma sonrası atık ısı yine seraların ısıtılmasında kullanılabilir bir kaynaktır.

Büyük işletmeler Jeotermal kuyular açtırarak jeotermal seracılık faaliyetlerini sürdürmektedir. Küçük işletmeler ise atık ısı kullanabilmek için jeotermal enerji kullanan işletmelerle sözleşme imzalayarak faaliyetlerini sürdürebilir.

Elektrik üretiminde kullanılan yüksek entalpili jeotermal kaynaklar, üretim çıkışında sera ısıtmasında kullanılabilir. Yaz dönemi için ise ürün kurutmasında kullanılabilir. Böylece öz kaynağımız olan jeotermal kaynaklardan maksimum seviyede istifade edilebilir.

Jeotermal kaynaklı atık ısı kullanımı ile birlikte düzenli ısıtma yapılması sonucunda verim artışı, üretim yelpazesinde genişleme sağlanacaktır. Ürünler için uygulanan koruma ilaçlamalar azalacağı için tarım ürünlerinde doğallık sağlanacaktır.

Ülkemizde hem dünyada, ucuz ve çevre dostu olmaları nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının seraların ısıtılmasında kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu kapsamda güneş enerjili ısıtma, Isı pompası, biyogaz, jeotermal enerji kullanımı ve diğer alternatifler ile seracılık faaliyetleri ekonomik olarak sürdürülebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile birlikte çevreye verilen zararlı etkiler azaltılmış olur.

Yüksek sıcaklıklı jeotermal akışkana sahip sahalarda entegre tesisler kurularak işletmeye geçilmelidir. Bu sayede yüksek potansiyele sahip sahalar daha verimli şekilde kullanılabilir.

Seralar proje kapsamında güneşten en fazla istifade edebilecek şekilde tasarlanması ve ısı kayıpları hesap edilerek tasarımı ve kurulumu sağlanması gerekmektedir. Böylelikle ısıtma

için ihtiyaç duyulan ısı enerjisi azalacaktır. Bu kapsamda seralar için entropi ve ekserji analizi yapılarak daha ekonomik seraların tasarımı, kurulumu, işletilmesi mümkün olacaktır.

Jeotermal kaynaklar reenjeksiyon yapılmadan çevreye deşarj yapılmakta ise atık ısının kullanılması ile birlikte hem yarar sağlanacak olup hem de deşarj edilen akışkanın sıcaklığı azaltılmış olacaktır. Küçük dere ve göletlere jeotermal akışkanın deşarjı ile canlı türlerinde azalma görüldüğü bilinmektedir. Böylelikle sıcaklıktan kaynaklı çevreye verilen zararında önüne geçilecektir.

KAYNAKÇA

1. Anonim, 2009a. www.tuik.gov.tr
2. Anonim, 2013b. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu, Enerji Hammaddeleri Grubu Jeotermal Çalışma Alt Grubu Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
3. Boyacı S., Akyüz A., Üstün S., Baytoruna. N., Güğercin Ö. 2017 ” Seralarda Yüksek Sıcaklıkların Azaltılmasında Kullanılan Yöntemler, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, Turk J Agric Res 2017, 4(1): 89-95 © TÜTAD ISSN: 2148-2306 e-ISSN: 2528-858X doi: 10.19159/tutad.300720
4. Enc V., Kasırğa M., 2012 “ Depo Gazı Enerji Üretim Tesisi Baca Gazı Atık Isısının Seralarda Değerlendirilmesi: İstanbul Örneği” Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi (ISSN: 2147-0626)
5. Erdem, H. H. (2010). R6.1 Termik Santral Atılan Enerji El Kitabı, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi İstanbul.
6. Hasdemir M., Gül U., ve diğ. 2014. “Türkiye’de Jeotermal Seracılığın Mevcut Durumu İle Karar Verme Süreçlerinde Etkili Olan Faktörlerin Analizi” Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü.
7. Geka, 2011. TR32 Düzey 2 Bölgesi (Aydın, Denizli, Muğla) Jeotermal Kaynakları Ve Jeotermal Enerji Santralleri Araştırma Rap., 27s.
8. Keleş, R., Hamamcı C., (2002). Çevrebilim, İmge Kitabevi, Ankara
9. Kendirli B. ve Çakmak, B., 2010. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanımı, Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 2, 1, 95-103s., Ankara.
10. Kılıç, Ö ve Kılıç A, 2009, TMMOB Jeotermal Kongresi, 23 - 25 Aralık 2009, Ankara
11. Lund, J.W., Freestonb, D.H. ve Boyda, T.L., 2011. Direct Utilization of Geothermal Energy, Worldwide Review. Geothermics, 40: 159-180.
12. Kuter, N. 2009. Çankırı Kenti ve Yakın Çevresinin Termal Turizm Açısından Değerlendirilmesi, TMMOB Jeotermal Kongresi, 2325 Aralık, Ankara
13. Mertoğlu, O., Mertoğlu M. ve Bakır N., 2006. Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarda Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi 27-30 Kasım, İstanbul, s:153-163
14. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. 2011. İklim Verileri Kayıtları.
15. MTA, 2011. Başkanlığı 2011 Yılı Faaliyet Raporu, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi
16. Popovski, K. ve Vasilevska, S.P., 2003. Prospects and Problems for Geothermal Use in Agriculture in Europe. Geothermics, 32, 545-555.
17. Tepge, 1120405 Nolu TÜBİTAK Projesinin Sonuç Raporu, TEPGE YAYIN NO: 227 ISBN: 978-605-4672-60-8.

FENOLİK BİLEŞİKLER, EKSTRAKSİYON METOTLARI VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Eylem Atak¹, Mehmet Emin Uslu^{1*}

ÖZET

Doğada bitkilerin savunma mekanizması olarak ürettiği 30.000'den fazla fenolik bileşik bulunmaktadır. Bu fenolik bileşikler sahip oldukları aromatik halkaların yapısına, sayısına, -OH grubunun yerine ve sayısına, diğer organik bileşiklerle yaptıkları bağlara göre farklılıklar gösterirler. Bu fenolik bileşiklerin 5.000-10.000 kadarını günlük olarak besinlerden almaktayız. Yapılan araştırmalar fenolik bileşiklerin antienflamatuvar, antidiyabetik, antialerjik, antimikrobiyal, antiviral, antipatojenik ve antitrombotik olmak gibi sağlık üzerinde birçok yararının olduğunu bize göstermiştir. Fenolik bileşikleri endüstride veya araştırmalarda kullanmak için öncelikle bitkilerden ekstrakte edilmesi gerekir. Birçok ekstraksiyon yöntemi vardır. Bu yöntemler fenolik maddenin yapısına göre değişiklik gösterir. Ekstraksiyon işlemi etanol, metanol, aseton, etil ester gibi çözücüler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Her bitki farklı miktarlarda fenolik bileşik üretir. Farklı bitkilerdeki total fenolik bileşikleri tanımlamak ve miktarlarını tayin etmek için çeşitli analiz yöntemleri kullanılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Fenolik bileşikler, Ekstraksiyon metotları, Analiz yöntemleri

ABSTRACT

There are more than 30.000 phenolic compounds produced by plants in the nature as a defense mechanism. These phenolic compounds have differences according to amount or structure of their aromatic rings, number of -OH groups, their location and their linkages with other organic compounds. We take 5.000-10.000 of these phenolic compounds daily from foods. Research has shown that phenolic compounds have many health benefits, including anti-inflammatory, antidiabetic, antiallergic, antimicrobial, antiviral, antipathogenic and antithrombotic. Phenolic compounds must first be extracted from plants for use in industry or research. There are many extraction methods. These methods vary depending on the nature of the phenolic material. Extraction is carried out using solvents such as ethanol, methanol, acetone, ethyl ester. Each plant produces phenolic compounds in different amounts. Various analytical methods are used to identify and quantify total phenolic compounds in different plants.

Keywords: Phenolic compounds, Extraction methods, Analyze methods

¹ Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Manisa.

* Öğr. Gör. Dr., emin.uslu@cbu.edu.tr, yazışmaların yapılacağı yazar.

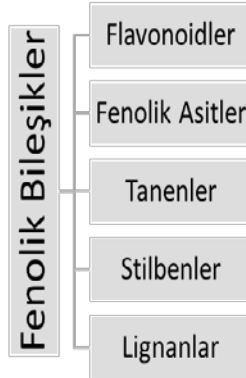
1. GİRİŞ

Fenolik bileşikler bir veya birden fazla hidroksil grubu bağlanmış benzen halkasına ve fonksiyonel gruba sahip, başlıca kaynağı olan bitkilerin sekonder metabolit olarak ürettiği bileşiklerdir. Doğadaki bütün bitkiler korunmak amaçlı birçok fenolik bileşiği farklı nitelik ve konsantrasyonda üretirler (Atak ve ark,2017). Miktarları bitkilere göre farklılık gösterebilen bu bileşikler, bitkilerde en bol bulunan sekonder metabolitlerdir (Dai ve Mumper,2010). Günümüzde araştırmalar bize 5000'den fazla fenolik bileşiğin yapısının tanımlandığını göstermektedir (Nizamloğlu ve Nas, 2010). Bitkiler fenolik bileşikler yoğun stres altında korunma amaçlı üretmektedir. Bununla birlikte fenolik bileşiklerin, sebzelerin/meyvelerin de dokusunda bulunup tat ve renk verme özellikleri de vardır (Atak ve ark,2017).

Canlılar üzerindeki sağlık yararları nedeniyle polifenollerin araştırılması, farmasötik ve gıda endüstrileri tarafından büyük ilgi görmüştür (Fang ve Bhandari,2010). Fenolik bileşikler sebzelerde, meyvelerde, tahıllarda, baklagillerde ve çay, kahve, bira, şarap, vb. gibi bitki kaynaklı içeceklerde bulunurlar (Dai ve Mumper,2010). Fenolik bileşikler insan sağlığında antidiyabetik, antiinflamatuar, antialerjik, antimikrobiyal, antiviral, antipatojenik ve antitrombotik etki gösterir (Manach ve ark.,2004).

2. FENOLİK BİLEŞİKLERİN KİMYASAL YAPILARI

Fenolik bileşikler yapısal unsurlara ve sahip oldukları halka yapısına göre isim alırlar. Figür 1' de gösterildiği gibi polifenoller beş ana gruba ayrılırlar(Kolaç ve ark.,2017).

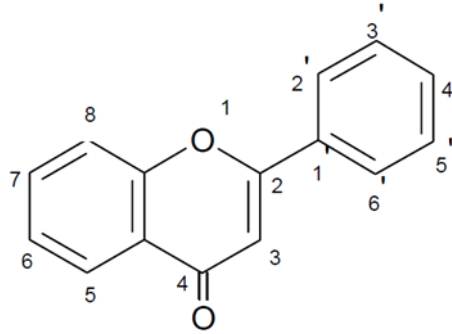


Figür 1: Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması

2.1. Flavonoidler

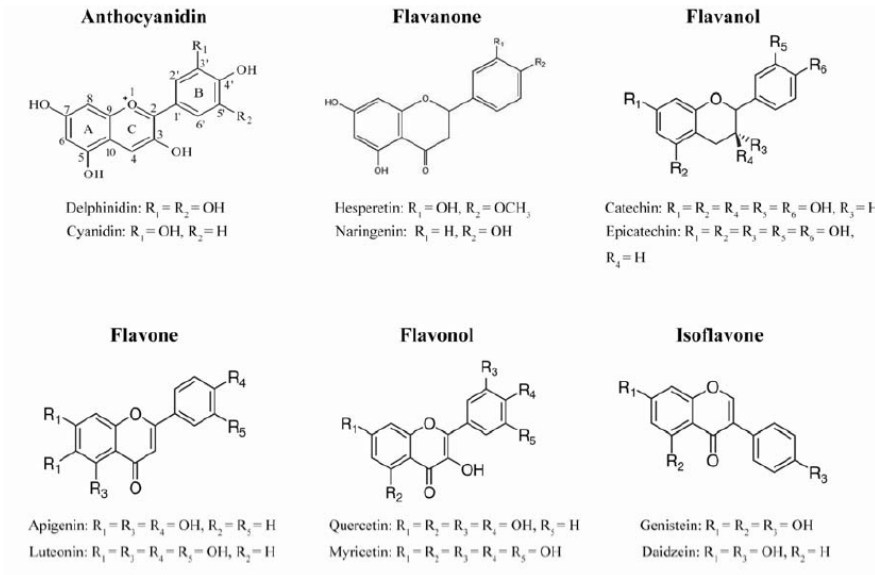
Polifenollerin en büyük grubunu oluştururlar. Figür 2' de gösterildiği gibi oksijen içeren bir piren halkası ile iki benzen halkasının bağlanmasıyla oluşan bu polifenoller bitkilerde genellikle glikozit formları halinde bulunurlar. Temel kaynakları meyve/sebze olmakla birlikte, kahve çekirdeğinde, baharatlara ve soya ürünlerinde bulunur (Güven ve ark,2010). Bitkilerin sekonder metabolitleri olan flavonoidler aminoasitler, karbonhidratlar gibi birincil metabolitlerden türetilirler. Düşük molekül ağırlığına sahip bu polifenoller bitkilerde kırmızı, yeşil, turuncu pigmentlerden sorumlu yapılardır. Epidemiyolojik, *in vivo*, *in vitro* çalışmalarla insan üzerinde etkileri kanıtlanan flavonoidlerin en etkin özelliği kardiyovasküler hastalıklarda koruyucu görev almasıdır (Birman, 2012). İnsanlar tarafından düzenli olarak kullanıldığında

kanser ve kalp hastalıkları gibi hastalıkların yayılma hızında bir azalma olduğu görülmüştür (Ignat ve ark.,2011).



Figür 2: Flavonoidin kimyasal yapısı (Kolaç ve ark.,2017)

Figür 3' de verilen değişik flavonoidlerin oluşmasının sebepleri, bağlanan hidroksil gruplarının sayısının farklılığı, üçlü karbonun oksidasyon düzeyi ve doymamışlık derecesinden kaynaklanır (Kolaç ve ark.,2017).



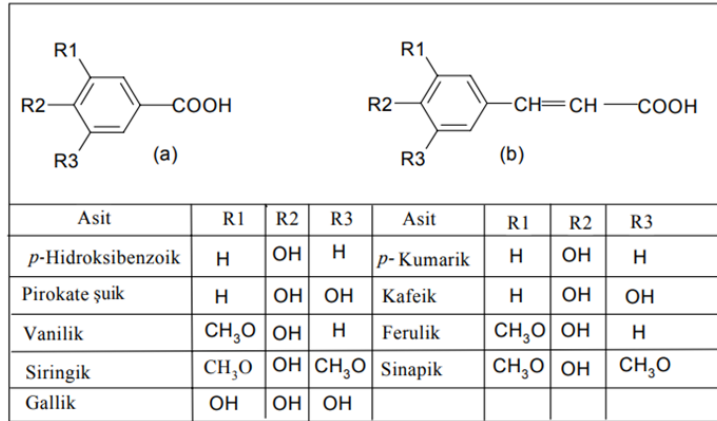
Figür 3: Farklı flavonoidlerin kimyasal yapıları (Dai ve Mumper,2010)

- **Antisyoninler:** Birçok bitkiye pembeden mora kadar değişik tonlarda renk veren maddedir. Bitkilerde tozlaşma, üreme, savunma, antioksidan etki ve UV ışınlarından korunma gibi olaylarda görev alır.
- **Flavanonollar:** Antienflamtuar ve antioksidan etkisine sahiptir. Ayrıca yapılan araştırmalar bize yumurtalık kanserinin önlenmesinde faydalı olabileceğini bildirmiştir.
- **İzoflavon:** İzoflavonlar fitoöstrojenik olarak bilinirler. Bu özelliğinden dolayı meme kanseri ve endometriozis riskini arttırdığını düşünülse de yapılan araştırmalar bize bu durumun tam tersi yönünde olduğunu gösteriyor.

- **Flavanoller (Kateşinler):** Gıdalarda en yaygın olarak bulunan gruptur. Renksizdirler ve flavonoid oluşumunda ara ürün olarak görev alırlar.
- **Flavanonlar:** Turunçgil meyvelerinde yaygın olarak bulunan bu flavanoidler, bitter ve nötral tatındaki bazı flavanonla glikozitlerinden bir halkanın açılmasıyla oluşurlar.
- **Flavonlar:** Flavob glikozitleri ve flavonlar neredeyse her bitkide bulunan sarı renge sahip bileşiklerdir. Sakinleştirici, kas gevşetici ve anksiyolitik etkiye sahiptir (Kolaç ve ark.,2017).

2.2. Fenolik Asitler

Hem bağlı hem de serbest şekilde bulunan fenolik asitler sıklıkla bağlı haldedirler. Bitki formlarına bağlı olanları ise ester bağı, eter bağı ve asetat bağları ile bağlanabilirler (Ignat ve ark.,2011). İçinde barındırdıkları $-OH$ ve $-OCH_3$ gruplarına göre, hidrosisinamik asitler ve hidrosibenzoik asitler olarak iki alt gruba ayrılırlar. Figür 4'te farklı fenolik asitlerin yapısı gösterilmiştir. Hidrosibenzoikler bitkilerde az miktarda bulunurlar (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010). Yapılan çalışmalar bize fenolik bileşiklerin birçok biyolojik fonksiyonu olduğunu göstermiştir (Cong ve ark.,2017).



Figür 4: farklı fenolik asit bileşikleri. a) hidrobenzoikler, b) hidrosisinamikler (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010)

- ✓ **Hidroksisinamik Asitler:** Hidrosisinamik asitlerde hidroksil grubuna sahip fenilpropan halkası bulunur. Hidroksil grubunun sayısına ve konumuna göre farklılık gösteren alt grupları vardır. Bu alt gruplar figür 4'te gösterilmiştir. Genellikle bağlı olarak bulunan hidrosisinamik asitler çoğunlukla asit ve türevleri halindedirler. Hidrosisinamik asitlerin, antimikrobiyal, anti kanserojen, antidiyabetik ve antimikrobiyal etkisinin olduğu kanıtlanmıştır (Kolaç ve ark.,2017).
- ✓ **Hidroksibenzoik Asitler:** Bitkilerde çok iz miktarda bulunan hidroksibenzoik asitler fenilmetan yapısındadır (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010). Bu grup, hidrosisinamik asitlerin oksidasyonu ile oluşur (Kolaç ve ark., 2017).

2.3. Tanenler

Suda çözünebilen tanenler yüksek yapılı bitkilerin hemen hemen hepsinde bulunur. Protein ve diğer makro moleküllerle çapraz bağ oluşturma yeteneğine sahiptirler. 500-2000

Dalton arasında değişen molekül ağırlığına sahip tanenler, gallotanenler, kompleks tanenler, ellagitanenler ve kondense tanenler olmak üzere dört temel gruba ayrılırlar. Ayrıca çok sayıda fonksiyonel grup ve hidroksil gruba sahiptirler. Protein, mineral gibi moleküllerle kompleks oluşturarak gıdaların besin değerinde azalmaya sebep olurlar. Tanen miktarının fazlalığıyla doğru orantılı olarak tanen içeren besinlerin tüketilmesi kanser türlerinin tetiklenmesinde rol oynadığı görülmüştür (Ergezer ve Çam, 2008).

2.4. Stilbenler

İnsanların kullanabileceği çok az sayıda stilben bulunur ve stilbenlerin en yaygını resveratroidir. Üzüm, yer fıstığı, dut gibi 70 den fazla bitkinin yoğun stres altında salgıladığı resveratrolün insan sağlığına birçok olumlu etkisi vardır (İgnat ve ark., 2011). Antioksidan, antiviral, kardiyoprotektif, yaşlanmayı geciktirici, enfeksiyondan korunma, obeziteyi azaltma gibi birçok yararı bulunan resveratrol tıp ve eczacılık alanında sıkça kullanılan bir stilbendir (Karabulut, 2008).

2.5. Lignanlar

2 fenil-propanların oksidatif dimerizasyonu ile üretilen lignanlar stilbenlerle hemen hemen aynı ektiyeye sahiptirler. Keten tohumu, yağlı tahıllarda ve tahıl tanelerinde bol miktarda bulunurlar (Cong ve ark., 2017).

3. EKSTRAKSİYON METOTLARI

Doğal ürünlere olan ilginin artmasıyla son zamanlarda fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu ile ilgili çalışmaların artmasını sağladı. Fenolik bileşiklerin tanınması, izolasyonu ve aktif kullanımı için ekstraksiyon çok önemli bir adımdır. Fenolik bileşikler için tek veya standart bir ekstraksiyon yöntemi yoktur. Elde edilmek istenilen aktif maddeye göre yöntemler ve çözücüler değişiklik gösterir (İgnat ve ark.,2011). Figür 5’ de farklı ekstraksiyon teknikleri gösterilmiştir.

Fenolik bileşiklerin çözünürlüğü polimerizasyon işlemleri sırasında değişebilen, protein ve karbonhidratlar gibi diğer bitki bileşenleri ile karşılaştığında çözünmesi zor olan bir yapı oluşturan özelliğindedir. Yine aynı şekilde fenolik bileşiklerin çözünürlükleri çözündüğü maddenin polaritesinden etkilenir. Bu nedenle tüm bitki bileşikleri için tek bir prosedürün olması çok zordur (Garcia-Salas ve ark., 2010).



Figür 5: Ekstraksiyon metotları

3.1. Katı-Sıvı Ekstraksiyon

Katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi çeşitli bitkilerden fenolik bileşiklerin çıkarılmasında sıkça kullanılan ve çok basit bir yöntemdir. Genellikle etanol, aseton, metanol veya çözücü karışımlarının sulu hali farklı çözücülerle bitkilerden alınmak istenilen materyallerin doğrudan ekstraksiyonundan oluşur (Cong-Cong ve ark., 2017).

Bu ekstraksiyon metodunda katı matriks içinde bulunan katıların, matriksle temas halindeki bir çözücü içerisinde göç etmesi olarak tanımlanır. Bu olayda difüzyon katsayıları, sınır tabakasındaki değişimler, konsantrasyon gradientleri gibi birçok kütle transferi faktörleri rol oynar (Ignat ve ark., 2011).

3.2. Sıvı-Sıvı Ekstraksiyon

Yaygın olarak kullanılan saf organik çözücülerin çok kutuplu fenolik asitleri çözmede yetersiz kaldığı araştırmalarda anlaşıldığında çözücülerin karıştırılması metodu denendi ve daha az polar çözücüler bitki matriksinden polar olmayan yabancı bileşiklerin ekstraksiyonu için uygun olduğu görüldü (Stalikas, 2007).

Sıvı-sıvı ekstraksiyonunda; ekstrakt bakımından zengin çözücü ve ekstraktın kalıntıları içeren çözücü arasındaki yoğunluktan kaynaklanan kütle transferi sonucu solvent çözücülerin birine ya da daha fazlasına karşı afinite ve seçicilik sergiler. Uygun çözücüler seçilirse ekstraksiyon çok verimli bir hal alır (Ignat ve ark., 2011).

3.3. Süper Kritik Akışkan Ekstraksiyonu

Bu ekstraksiyon metodu diğer metotlara alternatif olabilen çevre dostu bir metottur. En çok kullanılan süper kritik akışkan CO₂ ' dir. Diğer kullanılan süper kritik sıvılar için azot oksit, amonyak, etan, bütan, triflorometan ve su örnek verilebilir (Ignat ve ark., 2011). Bu yöntem diğer metotlara göre daha az toksik organik madde ve zaman kullanımı için avantajlıdır. Ayrıca yüksek güvenlik ve seçiciliğe sahiptir. Fakat bu yöntemin yüksek sermaye ihtiyacı vardır (Cong-Cong ve ark., 2017).

Bu yöntemin esası, istenilen maddenin süper kritik koşullardaki bir sıvı içerisinde çözünmesi ve sonrasında basınç azaltılarak ürünü sıvıdan ayrılmasını sağlama işlemidir. Basınç azalması ile süper kritik sıvının çözünürlüğü de ayı oranda azalacağı için istenilen madde sıvıdan ayrılmış olacaktır (Çolak ve Tülek, 2003).

3.4. Diğer Ekstraksiyon Metotları

Ultrason destekli ekstraksiyon, nispeten düşük maliyetli olduğu ve karmaşık enstrümanlar gerektirmediğinden yararlı bir teknoloji olduğu için bitki endüstrisinde hem küçük hem de büyük ölçüde kullanılabilir (Dai ve Mumper, 2010). Ses dalgaları maddelerin yolculuk için ihtiyacı olan mekanik titreşimlerdir. Ses dalgaları hareket ettikçe ortam içerisinde sıkışma ve genişleme döngüleri oluştururlar. Bu döngüler molekülleri birbirinden ayırır veya birleştirirler. Böylece madde akışı gerçekleşir (Özcan, 2006).

Mikrodalga destekli ekstraksiyon, istenilen maddenin bitkiden çözücüye geçişini kolaylaştırmak için doğrudan mikrodalga enerjisini kullanır. Bu metot için çözünürlük, mikrodalga gücü gibi önemli olan bazı fiziksel parametreler vardır ve bunların yanı sıra çözücünün özellikleri de metodun verimliliği için ayrıca önem taşır. Çözücünün yüksek dielektrik solventler mikro dalga enerjisini daha fazla emerler (Cong-Cong ve ark.,2017).

Yüksek basınçlı solvent ekstraksiyon uygulaması, yüksek basınç ve sıcaklıkta, diğer metotlara nispeten daha az solvent kullanarak yüksek ekstraksiyon verimi elde etmede sıkça kullanılan bir metottur. Artan sıcaklık ve basınç, solventin çözünürlüğünü artırarak yayılmaz hızının artmasını sağlar. Bu duruma bağlı olarak ekstraksiyonun hızında da bir artış gözlemlenir (Yaman ve Kuleşan, 2016).

Tablo 1’de ekstraksiyon tekniklerinin avantajları ve dezavantajları verilmiştir.

Tablo 1: Ekstraksiyon metotlarının karşılaştırması (Büyüktuncel,2012 (uyarlanmıştır))

EKSTRAKSİYON TEKNİKLERİ	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
<u>Katı-Sıvı, Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonları</u>	Fazla miktarda örnek ekstrakte edilebilir Matrikse bağlı değil Kolay uygulama Düşük maliyet Basit ekipman	Büyük miktarda malzeme kullanımı Uzun zamanda gerçekleşmesi Ekstraksiyon sonrası fazladan işlem gerektirmesi
<u>Yüksek Basınçlı Solvent Ekstraksiyon</u>	Filtrasyona ihtiyaç duyulmaması Az zaman alması Az miktarda solvent kullanımı Kolay uygulanabilirlik Uygun otomasyon koşulları	Maliyetin yüksek olması Ekstraksiyonun matrikse bağımlı olması
<u>Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon</u>	Az zaman alması Az miktarda solvent kullanımı Kurutucu ajanlara gerek duyulmaması İlgili parametrelerin kontrolü	Solventlerin mikrodalga ışınlarının absorblanma yeteneklerine göre seçilmesi Mekanizma içindeki tüm materyallerin ekstrakte edilmesi Yüksek maliyet
<u>Ses Dalgaları Destekli Ekstraksiyon</u>	Yüksek miktarda madde ekstrakte edilebilmesi Ekstraksiyon matriksine bağımlı olmaması Az zaman alması Düşük maliyete sahip olması	Yüksek miktarlarda solvent kullanılması Filtrasyona ihtiyaç duyulması
<u>Süper Kritik Sıvı Ekstraksiyonu</u>	Az zaman alması Az miktarda solvent tüketimi Toksik madde olmaması Çevre dostu olması Düşük maliyete sahip maddelerin kullanılması (CO ₂) Uygun otomasyon koşulları Parametrelerin değiştirilmesi ile yüksek seçiciliğe ulaşmak	Yüksek maliyet Matriks yapısına bağımlı olması Sıvı maddelerin ekstrakte edilmesinin zorluğu

4. ANALİZ YÖNTEMLERİ

Fenolik bileşiklerin ölçümü kimyasal yapısı ve boyutu gibi fiziksel ölçümlerin belirlenmesinde önemlidir (Cong-Cong ve ark.,2017). Fakat yapılan birçok araştırma olsa da bazı fenolik bileşiklerin yapısal nicelleştirmesi hala çok zordur. Bu yüzden birçok analiz yöntemi var (Khoddami ve ark.,2006). Figür 6' da çeşitli analiz yöntemleri gösterilmiştir.



Figür 6 : Fenolik bileşiklerin analiz metotları

Genellikle fenolik maddelerin içerikleri ve çeşitleri farklılık gösterebileceğinden birden fazla analiz yöntemi kullanmak gerekir. Ayrıca fenolik maddelerin içerikleri; hasat sırasındaki iklim koşulları ve hasat sonrası manipülasyonlar, tarımsal süreçler, olgunluk ve tüketim zamanı gibi dış faktörlerden etkilenmektedir (Stratil ve ark., 2006).

4.1. Spektrofotometrik Analiz

Spektrofotometri, bitkilerdeki fenolik bileşiklerin analizi için hızlı ve basit bir tekniktir. (Cong-Cong ve ark.,2017). Fenolik bileşiklerinin analizinin yapılması için birçok spektrofotometrik yöntemler kullanılır. Her bir analiz yöntemi farklı prensiplere dayanır ve fenolik bileşiklerin farklı yapılarını belirlemede kullanılır (Nacz ve Shahidi,2006).

Folin-Denis ve Folin-Ciocalteu yöntemleri yıllar boyunca bitkilerdeki toplam fenolik bileşik miktarını saptamak için kullanılan yaygın spektrofotometrik testlerdendir. İki yöntem de tungsten ve molibden içeren maddelerin kimyasal indirgenmesine dayanır. Ortamda fenolik bileşik varsa bu reaksiyon sonrasında oluşan ürünler 760nm civarında mavi renkte görünürler (Khoddami ve ark.,2013).

4.2. Kolorimetrik Analiz

Organik çözücülerin, konsantre fenollerin ve sulu çözeltilerinin, hidrokarbon karışımlarının toplam fenolik bileşik içeriğinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Kolorimetrik analizde fonksiyonel grup, su, mineral asidi, inorganik bazları içeren hidrokarbonları etkilememle birlikte monofenoller ve difenollerin belirlenmesinde başarılı bir işlemdir (Lykken ve ark., 1946).

4.3. Gaz Kromatografisi

Gaz kromatografisi flavonoidler, fenolik asitler ve taninlerin ayrılması, tanımlanması ve nicellenmesinde uygulanan başka bir yöntemdir. Uçucu bileşikleri ayırmada kullanılan

yaygın bir teknik olan gaz kromatografisinde, fenolik bileşiklerde bulunan –OH grubu fenolik bileşiklerin erimek noktasını arttırarak uçuculuğunu düşürür (Stalikas,2007).

4.4. HPLC

Günümüzde HPLC fenolik bileşiklerin tayininde en güvenilir ve en popüler yöntemdir. Farklı bitki ekstraktlarında farklı fenolik bileşik tiplerinin hareketli fazları vardır. HPLC istenilen fenolik bileşiğin farklı türevlerini, bileşenlerini ve bozulma ürünlerini eş zamanlı analiz etmek için iyi bir yöntemdir (Dai ve Mumper, 2010).

5. KAYNAKLAR

- [1] Atak, E ,Yıldız, E ,Uslu, M . (2017), "FENOLİK BİLEŞİKLERİN ENKAPSÜLASYONU". Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi 2 (2017): 82-92
- [2] Birman, H. (2012). Bioactivities of plant flavonoids and the possible action mechanisms. Journal of İstanbul Faculty of Medicine, 75, 46-49.
- [3] Büyüktuncel, E. (2012). Gelişmiş ekstraksiyon teknikleri I. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 32(2), 209-242.
- [4] Cong-Cong, X. U., Bing, W. A. N. G., Yi-Qiong, P. U., Jian-Sheng, T. A. O., & ZHANG, T. (2017). Advances in extraction and analysis of phenolic compounds from plant materials. Chinese journal of natural medicines, 15(10), 721-731.
- [5] Çolak, N., & Tülek, Y. (2003). Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu. GIDA/THE JOURNAL OF FOOD, 28(3).
- [6] Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15(10), 7313-7352.
- [7] Ergezer, H., & Çam, M. (2008). Tanenler: sınıflandırma, yapıları ve sağlık üzerine etkileri, Türkiye 10. Gıda Kongresi Kitabı, Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No, 37.
- [8] Fang, Z., Bhandari, B. (2010). Encapsulation of polyphenols—a review. Trends in Food Science& Technology, 21(10), 510-523.
- [9] Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2010). Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. Molecules, 15(12), 8813-8826.
- [10] Güven, E. Ç., Otkun, G. T., & Boyacıoğlu, D. (2010). Flavonoidlerin biyoyararlılığını etkileyen faktörler. Gıda Dergisi, 35(5).
- [11] Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food chemistry, 126(4), 1821-1835.
- [12] Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food chemistry, 126(4), 1821-1835.
- [13] Karabulut, A. B. (2008). Resveratrol ve Etkileri. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences, 28(6), 166-169.
- [14] Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. Molecules, 18(2), 2328-2375.
- [15] Kolaç, T., Gürbüz, P., & Yetiş, G. (2017), DOĞAL ÜRÜNLERİN FENOLİK İÇERİĞİ VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ, İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 5(2),
- [16] Lykken, L., Treseder, R. S., & Zahn, V. (1946). Colorimetric Determination of Phenols. Application to Petroleum and Allied Products. Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition, 18(2), 103-109.

- [17] Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.
- [18] Naczk, M., & Shahidi, F. (2006). Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(5), 1523-1542.
- [19] NİZAMLIOĞLU, N. M., & Sebahattin, N. A. S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Electronic Journal of Food Technologies*, 5(1), 20-35.
- [20] Ozcan, E. (2006). Ultrasound assisted extraction of phenolics from grape pomace. Middle East Technical University, The graduate School of Natural and Applied Sciences, Ph. d., Chemical Engineering, Ankara.
- [21] Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of separation science*, 30(18), 3268-3295.
- [22] Stratil, P., Klejdus, B., & Kubáň, V. (2006). Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables evaluation of spectrophotometric methods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(3), 607-616.
- [23] YAMAN, T., & KULEAŞAN, Ş. (2016). Uçucu Yağ Elde Etmede Gelişmiş Ekstraksiyon Yöntemleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (1), 78-83.

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ

Tuğçe Yağcı¹, Aytaç Çidem², Hülya Durmuş³

ÖZET

Ürünlerde, üretim ve kullanım sırasında oluşabilecek olan hataların önceden tespit edilmesi ve önlemlerin alınması önemli bir konudur. Ürünlere zarar vermeden yapılan inceleme işlemlerine tahribatsız muayene adı verilmektedir. Artan sanayileşme ile günümüzde, malzemelerde daha yüksek servis güvenilirliği ve kalite talebi, tahribatsız muayene tekniklerinin gelişmesiyle yakından ilgilidir. Bu çalışmada, pek çok sektörde kullanılan tahribatsız muayene yöntemlerinden gözle muayene, sıvı penetrant testi, manyetik parçacık yöntemi, ultrasonik muayene, girdap akımları metodu ve radyografik muayene ile ilgili detaylı tarihe araştırması yapılmış ve yöntemlerin kökenleri raporlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tahribatsız muayene, sıvı penetrant, manyetik parçacık testi, ultrasonik muayene, girdap akımları yöntemi, radyografik yöntem.

ABSTRACT

In the products, preliminary determination of faults that may occur during production and use and taking precautions is an important issue. Non-destructive inspection is called inspection procedures without damaging the products. Today, with increased industrialization, higher service reliability and quality requirements in materials are closely related to the development of non-destructive inspection techniques. In this study, detailed historical researches of the nondestructive tests such as visual testing, liquid penetrant test, magnetic particle method, ultrasonic inspection, Eddy-current method and radiographic inspection have been carried out from the non-destructive inspection methods used in many sectors and the origins of the techniques have been reported.

Keywords: Nondestructive testing, liquid penetrant, magnetic particle inspection, ultrasonic inspection, Eddy-current method, radiographic method.

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiyle birlikte, insanların satın aldıkları ürünlerden bekledikleri kalite artmaktadır. Ürünlerin, müşteriye ulaşmadan evvel kalite kontrolünden geçirilmeleri elzem bir konu olup, bu kontroller numuneler ya da ürünler üzerinde tahribatlı veya tahribatsız olarak gerçekleştirilmektedir. Tahribatlı testlerin tamamlayıcısı özelliğindeki tahribatsız testler, ilgili

¹ Araş. Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, tugce.yagci@cbu.edu.tr, +90236 201 2417, MANİSA, TÜRKİYE

² Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, aytacidem@gmail.com, +90236 201 2417, MANİSA, TÜRKİYE

³ Doç., Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, hulya.durmus@cbu.edu.tr, +90236 201 2408, MANİSA, TÜRKİYE

parçanın fiziksel ya da kimyasal bütünlüğünü bozmaksızın gerçekleştirildiğinden tahribatlı testlere göre nispeten daha ucuzdur (Akgün, Yıldırım ve Baş, 1991).

Tahribatsız muayene bilimi, gerek öncesinde gerek sonrasında kullanılan yoğun işlem matematiği ile farklı test yöntemleri ve bunların uygulamalarını kapsayan geniş bir çalışma alanıdır. Kullanılan yöntem ve teknikler açısından elektromanyetizma, akustik veya termal emisyon, yüksek enerjili radyasyon, yapısal penetrasyon gibi farklı fiziksel olgulara dayanmaktadır (Omar, 2012). Tahribatsız muayene yöntemleri, alt yapısında birçok farklı fiziksel olgudan beslendiğinden dolayı, mekanik malzemelerinden medikale, metal imalat sektöründen polimer endüstrisine kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, üretilen malzemelerin kalitelerini arttırmak veya malzemelerde ani kırılmalar sonucu oluşabilecek can ve mal kayıplarını önlemek amacıyla da, demir-çelik sektörünün öncülük ettiği sanayileşme sürecinin başlaması ile gelişmiş ülkelerde veya gelişmekte olan ülkelere büyük önem arz etmektedir. Test edilecek parçanın bütünlüğüne zarar vermeksizin yapılan muayenelerde, günümüzde üretimde kendine hızla yer bulan polimer ürünler ve kompozitler de dahil olmak üzere, demir ve demir dışı ürünlerin arzu edilen özelliklerde olup olmadığı incelenmektedir (MEGEP, 2006). Plastik şekil verme (ekstrüzyon, hadde, dövme vb.), döküm, talaşlı imalat (tornalama, frezeleme, kesme vb.) veya kaynak yöntemleriyle üretilen malzemelerde rastlanan ve gözle muayenede görülemeyen yapısal kusurlar (korozyon/yorulma çatlakları vb.), malzemelerin mekanik özelliklerinde düşmeye neden olmaktadır. Hatta, malzemelerin iç yapısında ihtiva ettikleri çatlaklar zamanla yüzeye doğru ilerleyip, kırılmalara sebep olmaktadır. Özellikle yapı malzemeleri sektöründe (köprü, bina imalatı vb.) ve otomotiv endüstrisinde kullanılan parçalardaki iç yapı çatlakları ani kırılmalara sebebiyet vereceğinden, öngörülemediği ve önlem alınmadığı takdirde hayati tehlikelere yol açabilmektedir.

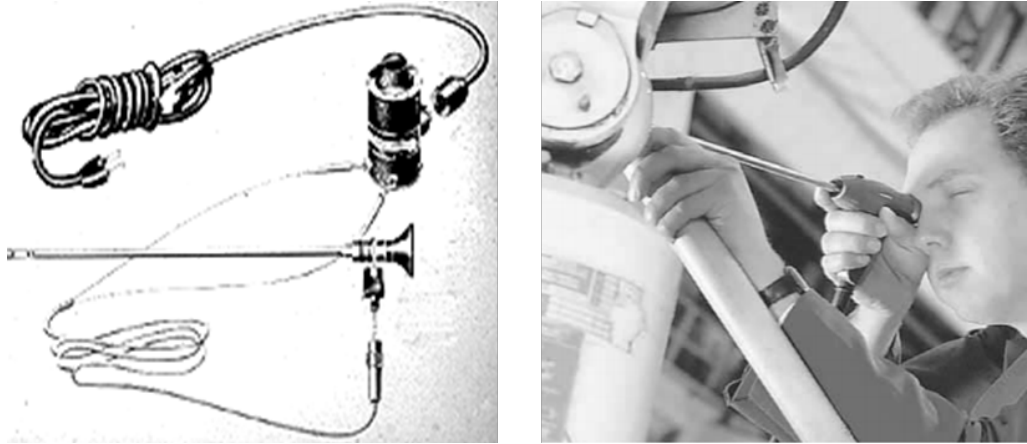
2. TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ

2.1. Gözle Muayene

Bazıları tarafından tahribatsız muayenenin atası olarak görülen Dr. Robert McMaster, insan bedenini en eşsiz hasarsız muayene test cihazı olarak tanımlamıştır. Görme duyumuz sadece gözle muayene işlemini gerçekleştirmemizi sağlamakla kalmaz; aynı zamanda diğer tahribatsız muayene işlemlerinin birçoğunun yürütülmesi için de gereklidir (Mix, 2005). Gözle muayene yöntemi için çarpıcı bir örnek olarak, yeryüzü ve cennet yaratılırken gözle kontrollerle başladığı kaynaklarda verilmektedir (Hellier, 2003). Gözle muayene endüstride kullanılan ilk tahribatsız muayene yöntemidir. Buna karşın resmi bir tahribatsız muayene yöntemi olarak kabul edilen son yöntemdir. Görsel muayenenin geliştirilmesi 1980'lerin başında Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü (EPRI) Tahribatsız Muayene Merkezi tarafından desteklenmiştir. Bunun sonucunda 120 saatlik örgün eğitim içeren gözle muayene teknolojisi için bir eğitim programı oluşturulmuştur. Bu eğitim nükleer santrallerde denetlenmesi amacıyla, özellikle Amerikan Makine Mühendisleri Derneği tarafından desteklenmiştir. Program, personeli görsel denetçiler olarak nitelendirmek için tasarlanmıştır.

Herhangi bir iş parçasının yüzeyinde meydana gelen ve parça kalitesine etkileyen bozuklukların optik bir yardımcı kullanılarak veya kullanılmaksızın incelenmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanan gözle muayene yöntemi, temelde basit bir metot olarak görünse de, uygulamada pek çok incelik barındırmaktadır. Gerek metalik gerekse metalik olmayan bütün malzemelerde kullanılması uygun olan bu yöntem, uygulamada çoğu zaman

numune yüzey hazırlık işlemi de gerektirmediğinden göreceli olarak pratiktir. Bir diğer yandan, gözle muayene esnasında, yeterli ışık altında ve uygun açılarda inceleme yapmak son derece önemlidir. Gözle muayene, yöntemin genel kurallarının yer aldığı EN 13018 standardına uygun olarak ve gerektiğinde EN ISO 3058 ve EN 13927 standartlarında yer alan yardımcı ekipmanlardan ihtiyaç olanlara başvurularak doğru bir değerlendirme yapılabilir. Baroskoplar, endoskoplar ve yeni geliştirilen video teknolojileri ile yapılabilen gözle muayene tekniğinde 1955 yılında cam elyaf demetlerinin incelenmesi sırasında kullanılan baroskopun fotoğrafı Şekil 1’de yer almaktadır (Telif Hakkı: 2003, The McGraw-Hill).



Şekil 1. Eski zamanlarda kullanılan baroskoplardan görüntüler (The McGraw-Hill, 2003).

2.2. Sıvı Penetrant Testi

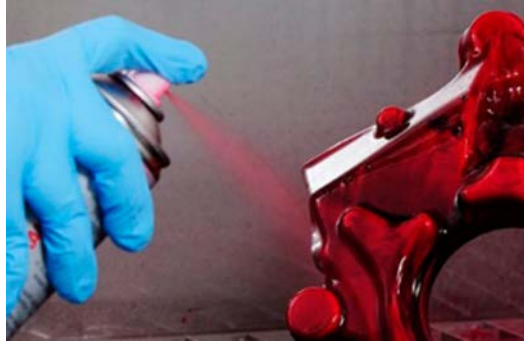
Sıvı penetrant muayenesi, ilgili iş parçalarının yüzeylerindeki kırılma ve/veya çatlama kusurlarını açığa çıkarmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Kusurdan renkli veya floresan boya ile patlatılması ve gözle görünür hale getirilmesi esasına dayanır. Bu teknik, yüzeyinde açık çatlaklar bulunan katı bir parçaya, yöntemine özel bir sıvının püskürtülmesi veya bu sıvı içine parçanın kontrollü bir şekilde daldırılması ile yüzeyin ıslatılması ve çatlaklar boyunca sıvının kılcal hareketi ile kusurun doldurulması adımı ile başlamaktadır. Bekleme süresinin geçmesiyle, yüzeye fazla nüfuz eden penetrant sıvısı su veya organik çözücülerle yıkama işlemi ile giderilir. Yüzeyin fazla penetrant sıvısından arındırılması aşaması, test için kritiktir. Eğer temizleme işlemi gereğinden fazla yapılırsa, çatlaklara nüfuz etmesi sağlanan penetrant sıvısının bir kısmı temizleme işlemiyle uzaklaştırılmış olur. Bir diğer yandan, temizleme işlemi gereğinden az yapıldığı takdirde, ince çatlakların görünürlüğü azalacaktır. Her iki durumda da, testin hassasiyet parametresi zarar görür (Mix, 2005).

Fazla penetrantın sağlıklı bir şekilde iş parçasının yüzeyinden giderilmesinin ardından, aynı yüzeye geliştirici uygulanır. İyi emici özellikteki geliştirici, bir yandan kurutma fonksiyonunu yerine getirirken, öte yandan yüzeydeki kontrastı artırarak çatlakların daha net görülmesini de sağlar. Benzer şekilde, penetrant sıvılarının da floresan etkili olan çeşitleri yüksek kontrasta ve gözle görülemeyecek kadar küçük çatlakların görünür olmasına yardımcı olur. Renkli penetrant sıvısı kullanıldığında incelemeler için iyi bir beyaz ışık gerekirken, floresan penetrantların ultraviyole “siyah ışık” ile karanlık ortamlarda kullanılması gerekmektedir (Uludağ, 2017). Şekil 2’de eski zamanlarda kullanılmış sıvı penetrant test

ünitesi yer almaktadır (Hellier, 2003). Penetrant sıvısının çatlaklara nüfuz etmesi için gerekli olan zaman söz konusu çatlakların tipine ve erişilebilirliğine bağlı olmakla, birkaç dakikadan 12 saate kadar değişebilmektedir.



Şekil 2. Tarihte kullanılmış olan sıvı penetrant test ünitesi (Hellier, 2003).



Şekil 3. Sıvı penetrant testinin günümüz uygulamalarından bir örnek (Geni Metal, 2018).

Günümüzde Şekil 3'teki görüldüğü gibi uygulanan sıvı penetrant testinin tarihine bakıldığında, çok eskiden beri kullanılan bir teknik olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bu tahribatsız muayene tekniğinin en ilkel uygulamalarından biri; karbon siyahının sırlı çömlekler üzerine sürülmesidir. Sırlı çömleklerde bulunan yüzey çatlaklarına yerleşen karbon siyahı, bu çatlakları görünür hale getirmektedir (Shull, 2002). Bir başka açıdan, havacılık sektörü gibi önemli alanlarda kullanılan parçalarda meydana gelecek hasarlar, hayati tehlikelere yol açabilmektedir. Örneğin, bir uçağın iniş takımlarında meydana gelen bir hatanın tespiti, parçaya zarar vermeden penetrant sıvı testi ile kolayca yapılabilir. Şekil 4'te uçaklarının güvenlik parçalarından iniş takımlarına penetrant sıvı uygulaması gösterilmektedir (Shull, 2002).



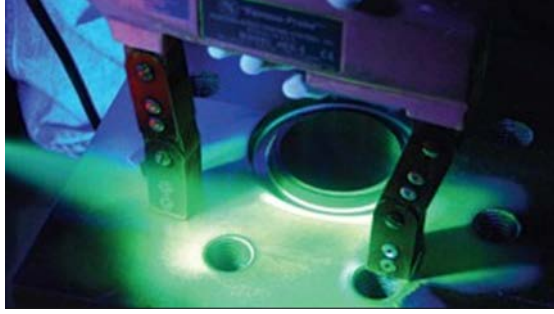
Şekil 4. Uçakların iniş takımlarına penetrant sıvı testinin uygulanması (Shull, 2002).

Bu yöntemin daha sonraki uygulamalarına, demir yolu atölyelerinde demir-çelik iş parçalarının muayenesinde rastlanmaktadır. İlk uygulamalarının kimler tarafından yapıldığı bilinmemekle birlikte yağ ve beyazlatıcı kullanılarak demiryollarındaki çatlaklar tespit edilmiştir. Bu uygulamada demir yolu atölyelerinde sıklıkla kullanılan ağır bir yağ, dev tanklarda kerosen ile seyreltilir ve lokomotif parçaları bu seyreltik emülsif çözelti içerisine daldırılmaktadır. Daha sonra dikkatli bir şekilde sıvı çözeltiden çıkarılan ve temizlenen iş parçalarının yüzeyleri alkol içinde dağıtılmış halde bulunan ince kireç tozuna maruz bırakılır ve alkolün buharlaşması sağlanır. Alkolün buharlaşmasıyla yüzeyde beyaz bir tabaka oluşur. İlgili iş parçası, sonrasında çekiçle vurularak titreştirilir. Böylece herhangi bir yüzey çatlağı varsa, artık yağ bu çatlaktan iç kısma doğru sızar ve sızdığı kısımda leke meydana getirir. Özellikle demir-çelik iş parçalarında uygulanan bu yöntem 19. yüzyıl sonlarından, 1940'lı yıllarda manyetik parçacık yönteminin bu tip parçaların tahribatsız muayenesinde daha duyarlı olduğu anlaşılana kadar uygulanmaya devam etmiştir (Rummel ve Matzkanin, 1996).

2.3. Manyetik Parçacık Testi

Manyetik parçacık testi de malzemelerin tahribatsız olarak muayenesinde kullanılan diğer metotlara göre daha hızlı ve derinlemesine bir yüzey hazırlığı gerektirmeyen pratik bir test yöntemidir. Sahip olduğu bu özellikler manyetik parçacık testini en sık kullanılan yöntemlerden biri haline getirmektedir. Bu yöntemle hata tespitinde küçük manyetik partiküllerden ve manyetik alandan faydalanılır. Test edilecek parçaların bu yöntem ile incelenebilirliği açısından tek kısıt, bu parçaların mutlaka ferromanyetik özellikte olması (Fe, Ni, Co alaşımları içermesi) gerekliliğidir. Bu malzemeler, incelemenin sağlıklı bir şekilde etkinliğini sağlayacak düzeyde manyetize edilebilmelidir (Blitz, 1997; Yavuz, 1998).

Günümüzde manyetik parçacıklar testi, muayene edilecek parçanın yüzeyine bir manyetik akı uygulanması sonucu yüzeyde bulunan süreksizliklerde kaçak akı oluşturulması esasıyla uygulanır. Muayene yüzeyine ferromanyetik tozların serpilmesiyle bu tozlar, kaçak akılar tarafından çekilerek süreksizlikler üzerinde toplanır. Böylece süreksizliklerin yerleri kolaylıkla tespit edilebilir. Şekil 5'te manyetik parçacık testinin günümüz uygulamalarından bir örneğe yer verilmiştir.

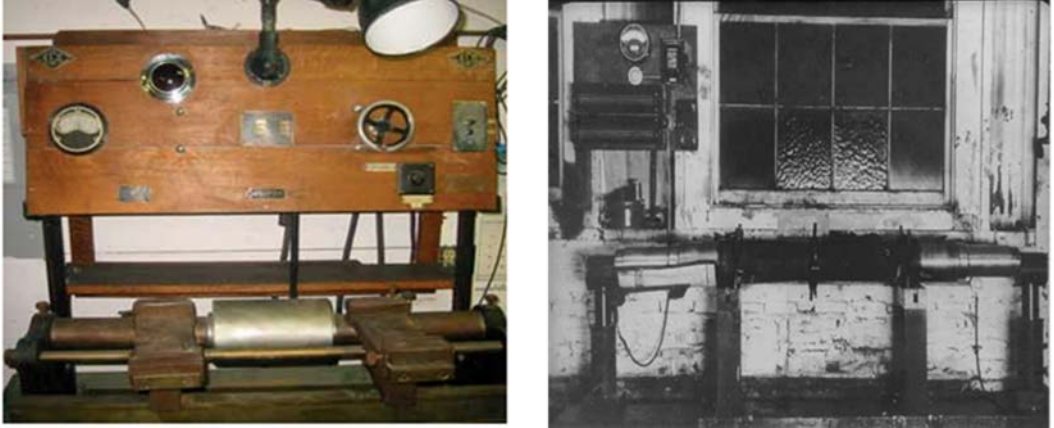


Şekil 5. Manyetik parçacık testinin güncel uygulama örneği (Metal ve Kaynak Teknolojileri, 2018).

Yöntem; dövme, döküm ve kaynak dahil olmak üzere pek çok ürünün muayenesinde kullanılabilir. Yapısal çelik, petrokimya, enerji üretimi, otomotiv ve havacılık endüstrilerinde sıklıkla tercih edilen bu yöntem, su altı muayeneleri (deniz yapıları ve su altı kanalları) için de elverişlidir. Ayrıca; köprüler, depolama tankları ve diğer güvenlik elemanı olarak görev yapan kritik yapılar üzerindeki yapısal kaynakların bütünlüğünü değerlendirmek için de manyetik parçacık yönteminden sıklıkla faydalanılmaktadır (Mix, 2005; NDT Italiana, 1952).

Bu yöntemin tarihsel gelişimine bakıldığında, manyetizma tekniğinin iş parçası muayenesinde ilk olarak kullanılmasının 1868 yılına dayandığı görülmektedir. Savaşlarda bombardıman silahları olarak kullanılan topların namlu kısımlarının mıknatıslanması ve namlu boyunca manyetik bir pusula kaydı yapılması ile kusurların tespiti sağlanmıştır. Bu yöntem bir tahribatsız muayene biçimiydi; fakat bu kavram I. Dünya Savaşı'ndan bir süre öncesine kadar pek kullanılmıyordu.

1920'lerin başlarında, William Hoke manyetik parçacıkların manyetizma ile kusurları bulma aracı olarak kullanılabileceğini fark etti. Hoke, manyetize edilmiş bir malzemedeki yüzey veya yüzey altı kusurunun, manyetik alanın parçalanmasına ve parçanın ötesine uzanmasına sebep olduğunu keşfetmiştir. Sert çelik parçalardan gelen metalik öğütmelemlerin, yüzeydeki çatlaklara karşılık gelen parçanın yüzeyinde desenler meydana getirdiğini fark eden Hoke, muayene edilecek parçalara çok ince bir şekilde uygulanan ferromanyetik tozun kusurların üzerinde birikmesiyle, o kusurları daha görünür hale gelmiştir. Şekil 6; İngiltere, Strand, Ekipman ve Mühendislik Şirketi Ltd. (ECO) tarafından yapılan "1928 Elektro Manyetik Çelik Test Cihazı"nı ve yine eski zamanlarda kullanılmış olan bir başka manyetik parçacık ünitesini göstermektedir (NDT Resource Center).



Şekil 6. Manyetik parçacık test üniteleri.

1930'ların başında, manyetik parçacık muayenesi, buhar endüstrisi tarafından, buhar motoru kazanlarını, tekerlekleri ve akslarını incelemek için tercih edilen yöntem olarak, sıvı penetrant testinin erken bir şekli olan petrol ve beyazlatma yönteminin hızla yerini almıştır.

2.4. Ultrasonik Muayene

Ultrasonik muayene yöntemi, bir prob yardımı ile test edilecek iş parçasına yüksek frekanslara (0.1-20 MHz) sahip ses dalgalarının iletilmesi ve iş parçasının içerisinde bulunan kusurlarla karşılaşan ses dalgalarının ilerleyişine devam edemeyip proba geri dönmesi temeline dayanmaktadır. Prob tarafından algılanan ses dalgaları, elektriksel sinyallere çevrilir ve katot ışınları tübü ekranında iş parçası iç yapısındaki hataların habercisi niteliğinde yankı olarak karşılık bulur. Osileskop denilen ekran üzerinde gözlemlenen yankıların buldukları konum ve sahip oldukları genlikler yardımıyla, tespit edilmek istenen süreksizliğin yeri ve boyutları hakkında yorum yapılmaktadır (Shull, 2002; Kara, Erdal ve Çelik, 2017). Şekil 7' de, endüstriyel olarak en çok kullanılan tahribatsız test yöntemlerinin başında gelen ultrasonik muayene yönteminin, güncel uygulamalarından bir örnek yer almaktadır.

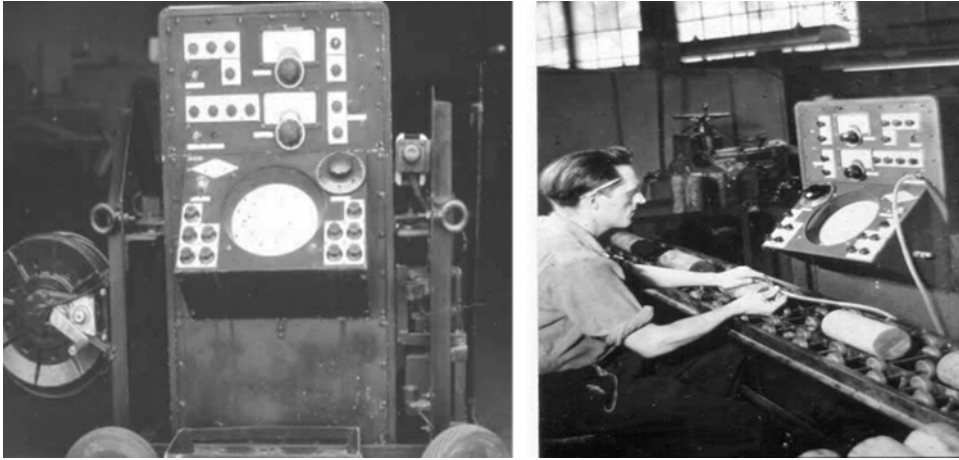


Şekil 7. Ultrasonik muayene yönteminin güncel uygulamalarından bir örneği (Konya NDT, 2018).

Yöntem taşınabilir cihazlarla uygulama kolaylığı ve muayene esnasındaki tespit edilebilirlik açısından tercih sebebidir. Özellikle boyutsal anlamda daha geniş iş parçalarında, düzlem kaynaklı kusurların daha hassas biçimde tespitini sağlamaktadır. Bu yöntemle; parça içerisindeki çatlaklar, boşluklar ve benzeri birtakım süreksizlikler tespit edilebilmektedir (Boving, 1987).

Yöntem tarihte II. Dünya Savaşı'ndan önce, su yoluyla ses dalgalarının deniz altına gönderilmesi, batan nesnelere tespiti ve karakterize edilmesinde kullanılmıştır. 1929 ve 1935 yıllarında Sokolov, metal nesnelere incelemek amacıyla ultrasonik dalgaların kullanılabilirliğini incelemiştir. Ardından 1931'de Mulhauser, katılardaki kusurların tespitinde çift güç çevirici kullanmış ve bu konuyla ilgili bir patent almıştır. 1940 yılında Firestone ve 1945 yılında Simons isimli iki bilim adamı, darbeli eko tekniğinden faydalanan ultrasonik test cihazı geliştirmişlerdir (Heiller, 2003).

II. Dünya Savaşı'nın bitmesinden kısa bir süre sonra, Japon araştırmacılar ultrasonik ses dalgalarının tıbbi kabiliyetlerini incelemiştir. 1950'li yıllardan sonra Japonya ile birlikte, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da da yöntemin tıbbi uygulamalarına yönelik çalışmalar devam etmiştir ve safra taşları ve tümör kitlelerinin saptanmasında kullanılmasıyla yöntem günümüze dek geliştirilmeye devam etmiştir. Şekil 8'te tarihte kullanılan birtakım akustik esasa dayanan sesüstü yansıtıcı anlamına gelen "Supersonic Reflectoscope" isimli test cihazı gösterilmektedir (Heiller, 2003).



Şekil 8. Ultrasonik muayenenin ilk cihazlarından sesüstü yansıtıcı (Heiller, 2003).

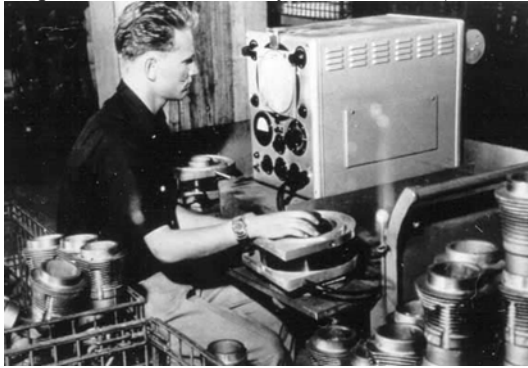
2.5. Girdap Akımları Yöntemi

Girdap akımları yöntemine bilimsel yaklaşıldığında, temelinde elektromanyetizma esaslarının yattığı görülmektedir. Bir sarım üzerinden geçirilen değişken akım, bu sarımın etrafında manyetik alan yaratmaktadır. Sarım elektriksel olarak iletken özelliğe sahip malzemeye yaklaştırıldığı zaman, sarımın sahip olduğu değişken manyetik alan malzemenin yüzeyinde indüksiyon akımları meydana getirir. Oluşan bu indüksiyon akımları, girdap akımları olarak adlandırılır ve kapalı devre boyunca akarlar. Bu şekilde oluşturulan bu manyetik alanın ölçülmesiyle, ilgili iş parçası üzerindeki yüzey hataları tespit edilebilirken, aynı zamanda

malzemenin iletkenlik ve geçirgenlik gibi parametreleri de bulunabilir (Blitz, 1997; Yakupoğlu, 2005).

Girdap akımları yöntemi elektriksel olarak iletken olan bakır, alüminyum vb. malzemelerde bulunan yüzey ve yüzey altı süreksizliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu noktada, elektriksel olarak iletken olmayan malzemelerde uygulanamaması ve nüfuz etme derinliğinin az olması, yöntemin başlıca sınırlamalarıdır. Bir diğer yandan, muayeneden elde edilen sonuç tarama yönüne bağlı değiştiğinden, birtakım süreksizliklerin tespit edilememesi de söz konusu olabilmektedir (Raj, Jayakumar ve Tavasimuthu, 2002).

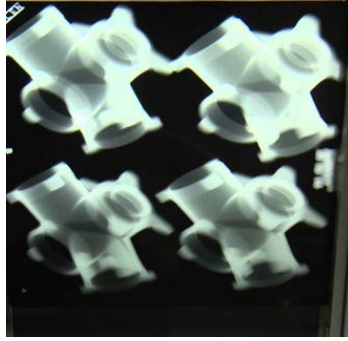
Girdap akımları yardımıyla hasarsız muayene tekniğinin geçmişi eski zamanlara dayanmaktadır. 19. yüzyılın ilk yarısında Fransız Dominique Arago tarafından keşfedilmiştir. Çalışma prensibi, Leon Foucault tarafından açıklanmış ve isimlendirilmiştir. Friedrich Förster, 1933 yılından bu yana, Kaiser-Wilhelm Enstitüsü'nde farklı demir bileşenlerini içeren karmaşık yapıların çözülmesinde ve elektriksel iletkenliklerinin ölçülmesine yönelik pek çok bilimsel çalışmaya imza atmıştır. 1948 yılında Almanya'nın Baden-Württemberg eyaletinin güneyinde yer alan Reutlingen' de girdap akımları testiyle büyüyen bir şirket kurmuştur. Şirket uzun yıllar pazar lideri olmuştur. Bir diğer yandan, İsveç'te sıcak kabloları test edebilmek adına ferritik çubukların ön-manyetizasyon işleminin keşfiyle benzer gelişmeler yaşanmıştır. Daha sonrasında; şirketi İngiltere, Almanya ve İsveç'te pek çok firma takip etmiştir. Şekil 9'da tarihte kullanılan bir girdap akımları test ünitesi yer almaktadır (Heiller, 2003).



Şekil 9. Eski zamanlarda kullanılan girdap akımları yöntemi ünitesi

2.6. Radyografik Muayene

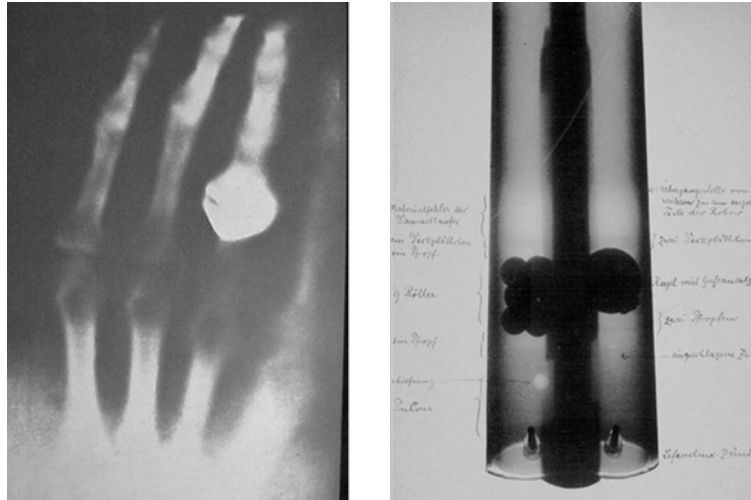
Radyografik muayenede, incelenmek istenen parçanın üzerinde X ve γ ışınları gönderilmesi ve bu ışınların parçaya nüfuz etmesi ile parçanın arka kısmına yerleştirilmiş bir film tabakası üzerine görüntü aktarması esasına dayanmaktadır. Film üzerine düşen ve farklı bölgelerde farklı yoğunlukta görüntü oluşturan ışık, bizlere incelemek istediğimiz parçadaki hataların tespiti için yol göstermektedir (Özada, 2015). Şekil 10, günümüzün teknolojik koşullarında radyografik yöntemle muayene edilmiş bir boru sisteminin film üzerine oluşturulan görüntüsünü temsil etmektedir.



Şekil 10. Radyografik yöntemle muayene edilmiş bir boru sistemi (Konya NDT, 2018).

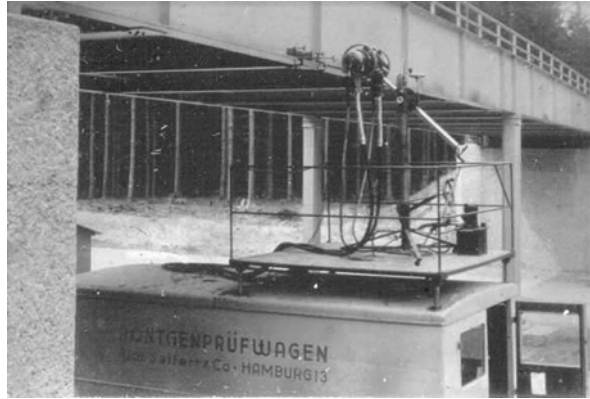
X-ışınları 1895 yılında Almanya'daki Wuerzburg Üniversitesi'nde Profesör olan Wilhelm Conrad Roentgen tarafından keşfedilmiştir. Laboratuvarında bir katot ışını tüpü ile çalışan Roentgen, tüpün yakınındaki masada bulunan kristallerde flüoresan ışınması gözlemlemiş ve bunun üzerine yaptığı araştırmada tüpten yeni bir ışın türünün yayıldığını ve yayılan ışınının katı maddelerin çoğunun içinden geçebildiğini keşfetti. Bu keşfin üzerine Roentgen farklı radyografileri içeren yeni deneyler yapmaya başladı. Laboratuvarında, metal ağırlıklar içeren ahşap kutu, odasının anahtarı, av tüfeği, kitap, ince metal levhalar gibi çeşitli nesnelerin röntgenlerini çekmiştir.

Roentgen laboratuvarında bu çalışmalara devam ederken onu ziyarete gelen karısı, erken radyografi döneminin belki de en önemli gelişmesine neden olmuştur. Roentgen karısının elinden bir röntgen grafisi almış ve bu deney ile birlikte Roentgen ışınların insan dokuları içinden geçebildiğini ve kemiklerin daha etrafını saran etten daha yüksek yoğunlukta olması sebebi ile hafif bir görüntü verdiğini keşfetmiştir. Şekil 7' de Bayan Roentgen'in elinden alınmış röntgen grafisi ve av tüfeğinin radyografik görüntüsü yer almaktadır (Heiller, 2003).



Şekil 11. Bayan Roentgen'in elinden ve bir av tüfeğinden alınmış radyografik görüntüleri

Keşfin duyurulmasından bir ay sonra, Avrupa’da ve ABD’de cerrahların çalışmalarında onlara rehberlik etmesi için kullanılan birkaç tıbbi radyografi yapıldı. 8 Şubat 1896’da New Hampshire’den Eddie McCoughey adında genç bir adamın kırık bir bilek için çektiği radyografi Amerika Birleşik Devletleri’nde X-ışınlarının kaydedilen ilk kullanımı olmuştur. İlk Amerikan röntgeni Dr. Frost ve baş hemşire eşi tarafından Dartmouth Koleji Tıp Merkezi’nde çekilmiştir. Haziran 1896’da Roentgen’in keşfini duyurmasından sadece 6 ay sonra X-ışınları askeri hekimler tarafından, yaralı askerlerin mermilerini bulmak için kullanılmıştır. 1912’den önce X-ışınlarının tıp ve diş hekimliği dışında çok az kullanıldığı bilinmektedir. X-ışınlarının bu tarihten önce endüstriyel uygulamalarda kullanılmamasının nedeni x-ışının tüplerinin endüstriyel amaçlar için tatmin edici bir nüfuz etme gücünün üretilmesi için gereken gerilimlerin altında kalmasıdır. Ancak bu, 1913 yılında Coolidge tarafından tasarlanan yüksek vakumlu X-ışını tüplerinin kullanıma girmesiyle değişmiştir. Yüksek vakum tüpleri 100.000 volta kadar olan enerjilerde çalışan, yoğun ve güvenilir bir X-ışını kaynağıdır. 1922 yılında, endüstriyel radyografi, kalın çelik parçaların radyografilerinin makul sürelerde üretilmesini sağlayan 200.000 voltluk X-ışını tüpünün ortaya çıkması ile bir adım daha ileriye götürülmüştür. 1931’de General isimli elektrik firması, endüstriyel radyografi için etkili bir araç sağlayan 1.000.000 voltluk X-ışını jeneratörü geliştirmiştir. Aynı yıl, Amerikan Makina Mühendisleri Derneği (ASME), endüstriyel kabulüne kapıyı açan füzyon kaynaklı basınçlı kaplarda X-ışını kullanımına izin vermiştir. Şekil 8’de tarihi zamanlarda kullanılan endüstriyel X-ışını ünitesi yer almaktadır (Heiller, 2003).



Şekil 12. Tarihi zamanlarda kullanılan endüstriyel X-ışını ünitesi

X-ışınlarının keşfinden kısa bir süre sonra, başka bir nüfuz ışını formu keşfedildi. 1898 yılının Aralık ayında Marie ve Pierre Curie yaptıkları çalışmalar sonucunda “radyum” olarak adlandırılan yeni bir radyoaktif maddenin varlığını keşfettilerini açıkladılar. Böylelikle radyum, ilk endüstriyel gama ışını kaynağı olmuş ve 10-12 inç kalınlığına kadar malzemelerin radyografilerinin çekilebilmesine imkan tanımıştır. II. Dünya Savaşı sırasında endüstriyel radyografi, Deniz Kuvvetlerinin gemi inşa programının bir parçası olarak hızla büyüdü. Marie ve Pierre Curie’nin çalışmaları günümüzde esas olarak endüstriyel radyografide kullanılan radyoaktif kaynaklara (iridyum-192 ve Kobalt-60 gibi) yol açan birçok başka gelişmenin başlangıcı olarak kabul ediliyordu. Iridyum-191 ve Kobalt-59, doğada var olan her iki element de oldukça karardır. Kararlı izotoplar termal nötronlara maruz kaldığında bir birim ağırlaşarak Iridium-192 ve Kobalt-60 olur. Her iki izotop da kararsızdır ve bu nedenle radyoaktiftir.

Ülkemizde ise ilk X-ışını üretimi Galatasaray Lisesi'nde gerçekleştirilmiştir. Üretilen bu X-ışınları 1986 yılında tıp alanında kullanılmaya başlanmıştır (Tosun, 2011).

3. SONUÇLAR

Bir teknoloji olarak tahribatsız muayene testleri ile parçanın hasarlı olup olmadığı ya da özelliklerinin değerlendirilmesinde son yıllarda önemli ölçüde gelişmeler yaşanmıştır. Aslına bakılırsa, tahribatsız muayenede kullanılan cihazlar günümüz şartlarında benzersizlik ve inovasyon kavramları açısından en hızlı büyüyen teknolojilerden biri olarak kabul görmektedir. Bunun yanı sıra, yeni malzemelerin ortaya çıkması, endüstriyel ürünlerin çeşitliliği ve kullanım alanlarının artması, tahribatsız muayenelerde kullanılan ekipmanlarda da iyileştirme ve modifikasyon ihtiyacını beraberinde getirmiş ve bu durum tahribatsız muayene teknolojisine katkıda bulunmuştur. Günlük hayattaki güvenliğin daha da artırılmasında kritik rol oynayan bu teknoloji endüstrinin ayrılmaz bir parçası haline gelmeyi başarmıştır. Yıllar içerisinde, denenmiş ve doğrulanmış yöntemler geliştirilmeye devam ederken, yeni tahribatsız muayene yöntemleri de ortaya çıkmıştır. Tarihsel gelişim süreci incelendiğinde, tahribatsız muayene yöntemleri ve cihazları zamanla değişmiş ya da “evrilmiş” olmasına rağmen, her yöntemin arkasındaki temel prensip ilk günkü gibi aynı kalmıştır.

4. KAYNAKLAR

- [1] Akgün A. F., Yıldırım A., Baş N. (1991). Tahribatsız Testlerde Malzeme Süreksizlikleri, TR – 301, Ç.N.A.E.M, İstanbul.
- [2] Blitz, J. (1997). Electrical and Magnetic Methods of Non-destructive Testing. Springer-Science and Business Media, B.V. ISBN 978-94-011-5818-3.
- [3] Boving, K. G. (1989) NDE Handbook: Non-Destructive Examination Methods for Condition Monitoring. ISBN 0-408-04392-X.
- [4] Geni Metal Welding Inspection website: <http://www.geni-metal.ca/en/our-services/welding-inspection/penetrant-testing/>, Alıntılanma tarihi: 02.10.2018
- [5] Hellier, C. (2003). Handbook of Nondestructive Evaluation. McGraw-Hill. ISBN 0-07-028121-1.
- [6] Kara, O., Erdal, H. ve Çelik, H. H. (2017). Bazı Tahribatsız Test Yöntemleri: Karşılaştırmalı Bir Derleme Çalışması. Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 3, 82-93.
- [7] Konya NDT, Ultrasonik Muayene, <http://konyandt.com/Hizmetler.asp?SiD=3>, Alıntılanma tarihi: 02.10.2018.
- [8] Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi(MEGEP). (2006). Metal Teknolojisi, Tahribatsız Muayene, Ankara.
- [10] Metal ve Kaynak Teknolojileri, Metal Uzmanı, Manyetik Parçacıklar ile Muayene, <http://www.metaluzmani.com/manyetik-parcacik-ile-muayene/>, Alıntılanma tarihi: 01.10.2018.
- [11] Mix, P. E. (2005). Introduction To Nondestructive Testing: A Training Guide. Wiley-Interscience. ISBN-10 0-471-42029-8.
- [12] NDT Italiana. (1952). Introduction to Magnetic Particle Inspection. <https://www.ndeed.org/EducationResources/CommunityCollege/MagParticle/Introduction/introduction.htm>. Alıntılanma tarihi: 30.03.2018.
- [13] Omar, M. (2012). Nondestructive Testing Methods and New Applications. InTech, Hırvatistan.

- [14] Özada, Ç. (2015). Tahribatsız Muayene Yöntemleri.
<https://www.muhendisbeyinler.net/tahribatsiz-muayene-yontemleri>. Alıntılanma tarihi:
15.03.2018.
- [15] Raj, B., Jayakumar, T. ve Thavasimuthu, M. (2002). Practical Non-destructive Testing. Alpha Science International Ltd. ISBN 1-84265-081-5.
- [16] Rummel, W.D. and Matzkanin, G. A. (1996). Nondestructive Evaluation (NDE) Capabilities Data Book, Published by the Nondestructive Testing Information Analysis Center, NTIAC.
- [17] Shull, P.J. (2002). Nondestructive Evaluation: Theory, Techniques, and Applications, Marcel Dekker Inc. ISBN: 0-8247-8872-9.
- [18] Uludağ, A. (2017). Bir Uçak Ana İniş Takımı Jantının Sıvı Penetrant Kontrol Yöntemi ile İncelenmesi. Journal of Aviation, 1 (2), 128-139.
- [19] Yakupoğlu, A. (2005). Girdap Akımları Yöntemi ile Yüzey Çatlaklarının Algılanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- [20] Yavuz, E. (1998). Ferromanyetik Malzemeler Üzerindeki Çatlakların Manyetik Yöntemle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, Türkiye.
- [21] Tosun, A. (2011). Journal of Medical Ethics, 19(1), 57-59.

İNGİLİZCE ÖĞRETİMİ İÇİN MOBİL UYGULAMA ÖRNEĞİ

Volkan SÖZERİ¹ , Coşkun HARMANŞAH²

ÖZET

Mobil öğrenme; öğrenciye zaman ve yer konusunda esneklik sağlayarak, bilgiye erişiminde kolaylıklar sağlar. Eğitimin her alanında olduğu gibi Yabancı Dil eğitimi alanında da mobil teknolojiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen Learning Training Set – English (LETS English) mobil uygulaması Meslek Yüksekokullarında eğitim planında yer alan Yabancı Dil ve Mesleki Yabancı Dil dersleri için yardımcı bir öğretim aracı olarak tasarlanmıştır. Uygulama, Android işletim sistemi kullanan mobil cihazlar için geliştirilmiştir. Mobil uygulama yazılımı, yabancı dil öğretiminde yer alan konulardan seçilerek hazırlanmıştır. Uygulama, konuların anlatımı, örnek açıklamalar ve testler olmak üzere üç ana modülden oluşmaktadır. Test uygulama modülü öğrenciler için farklı soru türlerini kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Öğrencilerden alınan geri bildirimler, mobil uygulama yazılımının yabancı dil öğrenme sürecine olumlu yönde katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Mobil Uygulama, Yabancı Dil Öğrenme, Öğretim Teknolojileri

A MOBILE APPLICATION FOR ENGLISH LEARNING

ABSTRACT

Mobile learning; provides students with the flexibility in time and place, easy access to knowledge. As in all areas of education, mobile technologies are widely used in teaching of foreign language. In this paper, the Learning Training Set - English (LETS English) mobile learning application developed to support as a complementary tool in teaching English for Foreign Language and Vocational Foreign Language courses in Vocational Schools. The mobile application was designed to be installed into mobile devices with Android operating system. The application has been planned and implemented in accordance with the selected topics from the foreign language teaching subjects. Our mobile application consists of three modules: Topics, Examples and Training. The training module covers different types of testing like single answer questions, multiple answer questions and word order. The feedback from the students, promotes positive attitudes for the use of the application towards learning English as a foreign language.

Key words: Mobile application, Foreign Language Learning, Instructional Technologies

¹Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu, 35100, Bornova, İZMİR, Tel: 0 (232) 311 14 72, volkan.sozeri@ege.edu.tr

²Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu 351000, Bornova, İZMİR, Tel: 0 (232) 311 14 68, coskun.harmansah@ege.edu.tr

1. GİRİŞ

Yabancı dil öğretiminde bilişim sistemlerinin kullanımı 1980'li yıllara dayanmaktadır. Bilgisayar Destekli Yabancı Dil Öğretimi (Computer Assisted Language Learning – CALL) hızla yaygınlaşmaya başlamış ve mobil bilişim aygıtlarının gelişimine bağlı olarak CALL yapısı Mobil Sistemler Yardımıyla Yabancı Dil Öğretimi (Mobile Assisted Language Learning – MALL) modeline dönüşmüştür (Kukulska-Hulme & Shield, 2008; Hsu, 2013). Günümüzde eğitimin, öğrenen için belirli bir fiziksel çevreye ve belirli bir zamana sıkışıp kalması düşünülemez. Mobil öğrenme, öğrenenin önceden belirlenmiş yer veya zaman kısıtlaması olmaksızın, mobil teknolojilerle bilgiye ulaşabilmesidir (O'Malley vd. 2003). Son yıllarda, mobil cihazların öğrenme üzerindeki etkilerinin araştırılmasına yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır (Thornton & Houser, 2005; Lu, 2008; Çavuş & İbrahim, 2009; Hayati vd. 2011).

Ağca ve Özdemir (2013) Gazi Üniversitesi İngiliz Dili Eğitimi bölümünde bir grup öğrencinin İngilizce kelime öğrenme düzeyini kurs kitabı ve mobil öğrenme materyali kullanarak araştırmışlar ve mobil öğrenme materyali kullanımının hedef kelimeler için kelime öğrenme düzeylerini artırdığını ve öğrencilerin motivasyonunu pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Diğer bir çalışmada, Qun Wu (2015), Word Learning-CET6 adlı mobil uygulama ile Çinli yüksekokul öğrencilerinin İngilizce sözcük dağarcığını geliştirmelerini hedeflemiştir. Burada test grubu öğrencileri uygulama ile İngilizce sözcükleri öğrenirken kontrol grubu öğrencileri aynı sözcükleri çalışma kitabı ile öğrenmişlerdir. Mobil uygulamayı kullanan öğrencilerin sözcük tanımada daha başarılı oldukları görülmüştür.

İş İngilizcesi öğreniminde mobil öğrenmenin etkinliğini ve etkisini değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışmada öğrenenlerin İş İngilizcesi öğretiminde mobil öğrenmeye katılmaları teşvik edilmiştir. Böylece öğrenenler, mobil teknolojiyi günlük programlarındaki çalışmalarına dahil etmeleri için motive edilmiş ve dolayısıyla öğrenme sürecinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile tüm akademik yıl boyunca öğrencilerden pozitif geri besleme alınmış ve öğrencilerin İş İngilizcesi becerilerinde etkin bir ilerleme gözlemlenmiştir (Teodorescu, 2015).

İlköğretim öğrencilerine ondalık sayılar ve çarpma öğretimini desteklemek amacıyla Zhang ve arkadaşları (2015) üç ayrı mobil matematik yazılımı kullanmışlar ve bu araştırma kapsamında yapılan ön ve son testler, ilgili matematik uygulamalarının kullanımının öğrencilerin matematik öğrenimini geliştirdiğini ve çalışkan olan ve olmayan öğrenciler arasındaki başarı farkını azalttığını gözlemlenmiştir.

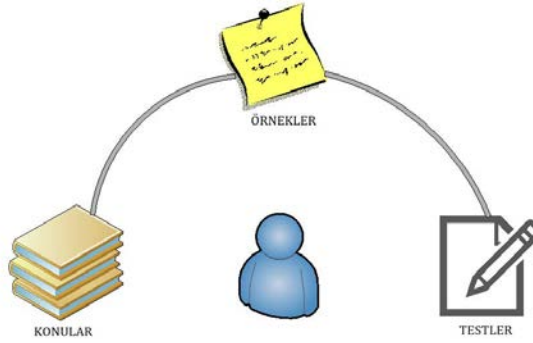
Andersen (2013) yaptığı tez çalışmasında yabancı dil öğretimi için farklı yaklaşımlar ve farklı yöntemler kullanılarak geliştirilen çeşitli mobil uygulamaları karşılaştırmıştır. *Hello English*, *English Ninjas* ve *Busuu* gibi mobil uygulamalar yabancı dil (İngilizce) öğretimini günlük konuşma pratiği ve sosyal ağ aracılığı ile *Learn English*, *GymGlish* ve *Voxy* gibi mobil uygulamaların ise seçili hikâyeler, okuma ve dinleme tabanlı bir tasarım üzerine yabancı dil öğretimi sunduklarını ortaya koymuştur.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen, Learning Training Set – English (LETS English) mobil uygulaması, Meslek Yüksekokullarında eğitim planında yer alan Yabancı Dil ve Mesleki

Yabancı Dil (İngilizce) dersleri için öğrenme sürecini desteklemek amacıyla bir öğrenme çevrimi biçiminde tasarlanmıştır. Mobil yazılım; konu anlatımı (zaman, sıfat, zarf, önek-sonек, edilgen yapılar ve basit-birleşik cümle yapıları), dil bilgisi kuralları, bunların nasıl kullanılacağına yönelik ipuçları, örnekler ve test bölümlerinden oluşmaktadır.

2. MOBİL UYGULAMA YAZILIMI BİLEŞENLERİ

LETS English mobil uygulama yazılımı Android Studio üzerinde Java programlama dili ve SQLite veritabanı kullanılarak geliştirilmiştir. Yabancı Dil ve Mesleki Yabancı Dil derslerine yönelik geliştirilen bu mobil uygulama; öğrencilerin zaman, sıfat, zarf, önek-sonек, edilgen yapılar ve basit-birleşik cümle yapılarının öğrenilmesinde kullanılacak modüller şeklinde tasarlanmıştır. Mobil uygulama yazılımı; konular, örnekler ve testler olmak üzere 3 ana modülden oluşmaktadır (Şekil-1).



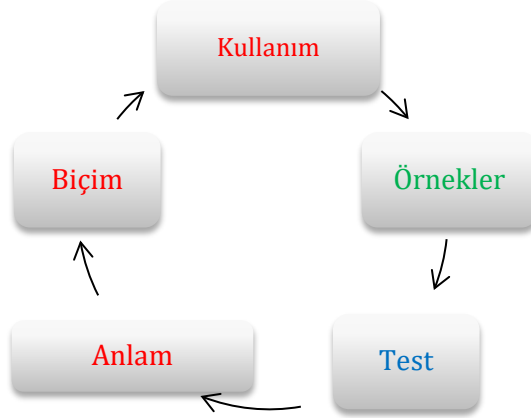
Şekil 1. Mobil uygulama yazılımı modülleri

Mobil uygulama yazılımı giriş ekranı, konu başlıklarının yer aldığı kullanıcı arayüzünden oluşmaktadır. Böylece öğrenciler öğrenmek istedikleri konulara basit ve hızlı şekilde ulaşabilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Mobil uygulama yazılımı giriş ekranı

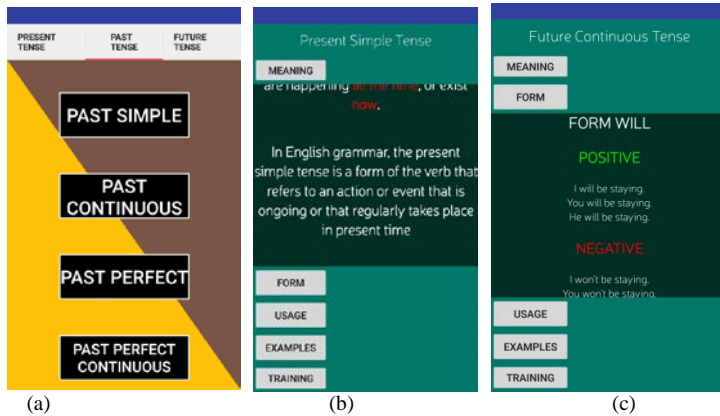
Mobil uygulama yazılımı ile öğrencilerin mesleki yabancı dil derslerindeki İngilizce öğrenme sürecini desteklemek amacıyla bir öğrenme çevrimi tasarlanmıştır. Şekil 3' te mobil uygulama yazılımı kapsamında tasarlanan öğrenme çevrimi; konuların anlatımı (Meaning, Form, Usage), örnek açıklamalar (Examples) ve testler (Training) uygulamalarından oluşmaktadır.



Şekil 3. Mobil uygulama öğrenme çevrimi

3. ANLAM (MEANING) VE BİÇİM (FORM) EKРАНLARI

Mobil uygulama yazılımı giriş ekranı üzerinden konu seçimi yapıldıktan sonra üst kısımda, ilgili konunun anlatımını içeren Anlam (Meaning) ve dil bilgisini anlatan Biçim (Form) butonları görüntülenecektir. Örneğin: Zaman konusu seçimi yapıldıktan sonra present, past ve future sekmelerinden birisi seçilerek öğrenilmek istenen zaman ekranı seçilmektedir (Şekil 4a). Öğrenci; zaman konusunda, öğrenmek istediği zamanı seçtikten sonra Anlam (Meaning) ve Biçim (Form) butonlarını kullanarak özet bilgilere erişebilmektedir (Şekil 4b-4c). Geliştirilen mobil uygulama yazılımı için öngörülen öğrenme çevrimi, bütün konular için benzer şekilde tasarlanmıştır.

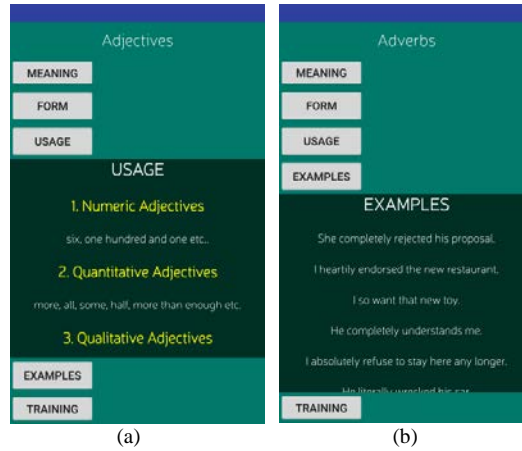


Şekil 4. Mobil uygulama yazılımı a) Tense sekmeleri ekranı, b) Meaning ekranı, c) Form ekranı

Mobil uygulama yazılımında yer alan ekranların tasarımlarında her bir ekran içeriği (element) bir layout dosyası (xml) olarak geliştirilmiştir. Kullanıcı tarafından seçilen butona bağlı olarak layout animasyonla ekran üzerine yerleştirilmektedir. Görüntülenecek ekranın içeriği strings.xml dosyasından Html.fromHtml() metodu ile çekilmektedir. Böylece istenilen uzunlukta bilgiler renkli belge halinde ekranda görüntülenebilmektedir.

4. KULLANIM (USAGE) VE ÖRNEKLER (EXAMPLES) EKРАНLARI

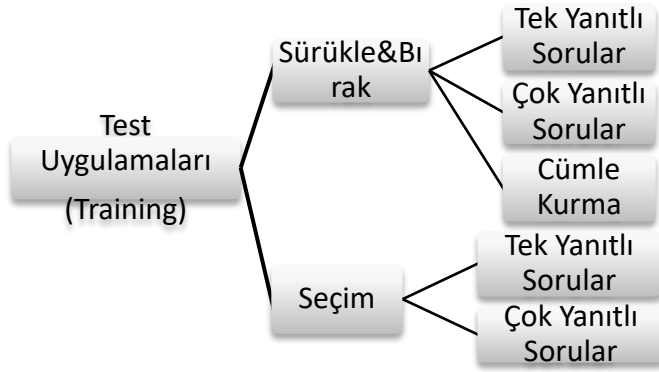
LETS English mobil uygulama yazılımının bileşenlerinden ikisi olan Kullanım (Usage) ve Örnekler (Examples) ekranları Şekil 5a ve Şekil 5b' de verilmiştir. Seçilen konuya ilişkin kullanım şekilleri ve örnekler verilmeye çalışılmıştır.



Şekil 5. a) Usage ekranı, b) Examples ekranı

5. TEST (TRAINING) EKRANI

Yabancı Dil dersleri için öğrencilerin İngilizce öğrenme sürecini hızlandırmak amacıyla bir öğrenme çevrimi şeklinde tasarlanmış olan mobil uygulama yazılımının en önemli bileşenlerinden birisi Test (Training) ekranıdır. Öğrenciler; bu ekran aracılığı ile konu, gramer ve kullanım bilgileri başlıındaki konular için farklı soru teknikleri kullanılarak test edilmektedir. Training modülünde yer alan soru türleri Şekil 6' da verilen blok diyagramda gösterilmektedir.



Şekil 6. Test modülünde yer alan soru türleri

Mobil aygıt kullananların alışkın olduğu sürükle&bırak (drag&drop) tekniği, mobil uygulama yazılımının kolay kullanılabilirliğini sağlamak amacıyla tercih edilmiştir. Öğrenciler, konunun içeriği ve soru türlerine bağlı olarak sürükle&bırak tekniğini kullanarak soruları cevaplayabilmektedir. Aşağıda tek yanıtlı (Şekil 7a), çok yanıtlı (Şekil 7b) ve cümle kurma (Şekil 7c) test uygulama ekranları görülmektedir.



Şekil 7. Sürükle&Bırak test ekranları a) Tek yanıtlı, b) Çok Yanıtlı, c) Cümle Kurma

Kelime ve dil bilgisi konularının test edilmesi için tek yanıtli soru türleri kullanılmıştır. Bu soru türü, testlerde her sorunun üst kısmında kelimeler karışık şekilde sıralanmıştır. Öğrencilerin bu kelimeleri sürükle& bırak yöntemi ile alt kısmında listelenen cümlelerde boş bırakılan alanlara taşıması gerekmektedir. Öğrenci *Check* butonuna basarak verdiği yanıtların doğruluğunu kontrol edebilmektedir. Eğer verdiği yanıt doğru ise sürüklenen kelimelerin yazı rengi yeşil olur, aksi halde yanıt yanlış ise yazı rengi kırmızı olur (Şekil 7a). Çok yanıtli soru türleri özellikle sıfat ve zarf gibi konuların öğrenilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu soru türü, testlerde öğrenciler verilen kelimelerden seçtiklerini yanıt alanına sürükleyerek bıraktıktan sonra *Check* butonuna basarak doğru yanıtları görebilmektedir (Şekil 7b). Cümle kurma soru türü ise öğrencinin zaman konusunu ve bununla ilgili dil bilgisini (gramer) öğrenme sürecini test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Öğrenciden soruda karışık şekilde sıralanmış kelimelerin tümünü kullanarak anlamlı bir cümle oluşturması istenmektedir. Kelimelerin sürükle& bırak yöntemi ile yanıt alanına doğru sıralanması gerekmektedir. Öğrencinin soruya verdiği yanıt, oluşturduğu cümle, doğru ise yanıtın yazı rengi yeşil olur, aksi halde yanıtın yazı rengi kırmızı olur ve sorunun alt kısmında yeşil yazı renginde sorunun doğru yanıtı gösterilir (Şekil 7c).

İngilizce cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun kelimenin seçilerek tamamlanmasına yönelik çoktan seçmeli tek yanıtli soru türü örnek test uygulama ekranı Şekil 8a' da verilmiştir. Öğrenci uygun kelimeyi seçtikten sonra *Check* butonuna basarak verdiği yanıtın doğru olup olmadığını kontrol edebilmekte; yanıt doğru ise seçilen yanıtın yazı rengi yeşil; aksi halinde ise yanıtın yazı rengi kırmızı olmaktadır. Bu durumda da doğru şık yeşil yazı renginde gösterilmektedir.



Şekil 8. Çoktan Seçmeli test ekranları a) Tek yanıtli soru ekranı b) Çok Yanıtli ekranı

Yabancı dil İngilizce öğretiminde kullanılan diğer önemli soru türü, çoktan seçmeli çok yanıtli test uygulamalarıdır. Burada öğrencinin birden fazla seçeneği işaretleyebilmesi amaçlanmıştır. Öğrenci tarafından seçilen yanıtlar doğru ise yeşil yazı rengi, yanıtlar hatalı ise kırmızı yazı rengi ile görüntülenmektedir.

6. SONUÇLAR VE İLERİYE YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Yabancı dil (İngilizce) eğitimi ve öğretiminde mobil yazılımların çeşitliliği mobil teknolojilerin kullanımına paralel olarak hızla artmaktadır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen Learning Training Set – English (LETS English) mobil uygulaması Meslek Yüksekokulları eğitim planında yer alan Yabancı Dil ve Mesleki Yabancı Dil dersleri için yardımcı bir öğretim aracı olarak tasarlanmıştır. Mobil uygulama yazılımı, yabancı dil öğretiminde yer alan konulardan seçilerek hazırlanmıştır. Mobil uygulama yazılımının kullanımının en önemli avantajlarından birisi öğrencinin verdiği yanıtların doğruluğunu kolayca görebilmesi ve hatalı yanıtlara ait konuları tekrar gözden geçirebilmesini mümkün kılmasıdır.

Geliştirilen uygulamayı kullanan 18 - 25 yaş aralığında 28 Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı öğrencisinden değerlendirme formu ile mobil uygulama yazılımını değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirme formunda öğrencilere yöneltilen sorular ve bunlara ilişkin verdikleri yanıtların yüzdeleri Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Mobil uygulama yazılımını değerlendirme sonuçları

	Katılıyorum (%)	Kararsızım (%)	Katılmıyorum (%)
Konu anlatım modülü yeterlidir	71,4	14,3	14,3
Örnek açıklamalar modülü yeterlidir	60,7	21,4	17,9
Test modülü yeterlidir	75,0	3,6	21,4
Mobil uygulama yabancı dil öğrenimime katkı sağlar	67,9	21,4	10,7
Mobil uygulamaya eklenmesini düşündüğüm özellikler			

Öğrencilerden alınan geri dönüşler ve yorumlar; geliştirilen mobil uygulama yazılımının Yabancı Dil ve Mesleki Yabancı Dil derslerindeki öğrenme sürecinin iyileştirilmesine ve dolayısıyla daha verimli hale gelmesine olumlu yönde katkı verebileceğini göstermektedir.

Ayrıca, öğrencilerin değerlendirme formundaki “Mobil uygulamaya eklenmesini düşündüğüm özellikler” sorusuna verdikleri yanıtlara dikkate alınarak ileriye dönük; mevcut mobil uygulama yazılımında konu ve soru sayısı bakımından içeriğin genişletilmesi ve öğrencinin yaptığı testlerde sorulara verdiği yanıtları takip etmesini sağlayacak yeni bir modülün tasarlanması hedeflenmektedir. Bununla birlikte, Mesleki Yabancı Dil dersine katkı sağlamak üzere öğrencilerin İngilizce mesleki terim dağarcığını zenginleştirmek üzere mesleki terimleri içeren yeni bir sözlük modülünün uygulamaya dahil edilmesi planlanmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- [1] Ağca, R. K., Özdemir, S., (2013). Foreign language vocabulary learning with mobile technologies. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83: 781-785.
- [2] Andersen, I., (2013). Mobile Apps for Learning English. A Review of 7 Complete English Course Apps: Characteristics, Similarities and Differences, *Lisans Tezi, Sigillum Universitatis Islandiae*.
- [3] Çavuş, N., İbrahim, D. (2009). m-Learning: an experiment in using SMS to support learning new English language words. *British Journal of Educational Technology*, 40(1):78-91
- [4] Hayati, A., Jalilifar, A., Mashhadi, A., (2013). Using Short Message Service (SMS) to teach English idioms to EFL students. *British Journal of Educational Technology*, 44(1):66-81.
- [5] Hsu, L., (2013), English as a foreign language learners' perception of mobile assisted language learning: a cross-national study, *Journal Computer Assisted Language Learning*, Volume 26(3):1-17.
- [6] Kukulska-Hulme, A., Shield, L., (2008). An overview of mobile assisted language learning: From content delivery to supported collaboration and interaction, *ReCALL*. 20(3): 271-289.
- [7] Lu, M., (2008). Effectiveness of vocabulary learning via mobile phone. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24: 515-525.
- [8] O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, JP., Taylor, J., Sharples, M., Lefrere, P., (2003). *MOBlearn WP4: guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment*.
- [9] Teodorescu, A., (2015). Mobile learning and its impact on business English learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 180: 1535-1540.
- [10] Thornton, P., Houser, C., (2005). Using mobile phones in English education in Japan. *Journal of Computer Assisted Learning* 21: 217-228.
- [11] Wu, Q., (2015). Designing a smartphone app to teach English (L2) vocabulary. *Computers & Education*, 85:170-179.
- [12] Zhang, M., Trusell, R., Gellegos, B., Asam, R., (2015). Using Math Apps for Improving Student Learning: An Exploratory Study in an Inclusive Fourth Grade Classroom. *TechTrends*, 59:32-39.

KİRİŞSİZ VE KİRİŞLİ DÖŞEMELİ BETONARME BİNALARIN YAPISAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Sibel SAĞLIYAN¹

ÖZET

Bu çalışmada kirişsiz, tablalı kirişsiz, sürekli tablalı kirişsiz ve kirişli döşemeli yapı sistemlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmada 1.derece deprem bölgesinde 4, 7 ve 10 katlı düzenli betonarme yapılar tasarlanmıştır. Tasarlanan yapıların analizleri deprem yönetmeliğimizdeki tepki spektrumu yöntemiyle Z1 ve Z3 zemin sınıflarına göre yapılmıştır. Analizler sonucunda, periyot, yatay yerdeğiştirme, göreceli ötelenme oranları ve taban kesme kuvvetleri değerleri belirlenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca model yapılardan elde edilen göreceli kat ötelenme değerleri deprem yönetmeliğindeki sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Çözümlerde SAP2000 yapı analiz programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zemin sınıfı, Göreceli kat ötelenme oranı, Tepki spektrumu, Kirişli ve kirişsiz döşeme sistemleri.

COMPARISON OF STRUCTURAL PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE FLAT SLAB AND BEAM SLAB BUILDINGS

ABSTRACT

In this study, it is aimed to compare the structural systems flat slab, flat slab structures with drop panel, flat-slab structures with continuous drop panel and beam slab. For this purpose, 4, 7 and 10 storey regular reinforced concrete structures have been designed in the 1st degree earthquake zone. The analysis of designed buildings was made with the response spectrum method in our earthquake regulations according to Z1 and Z3 ground classifications. As a result of the analysis, the values of period, horizontal displacement, interstorey drift rate and base shear forces were determined and compared with each other. In addition, the interstorey drift values obtained from the model structures are compared with the limit values in the earthquake regulations. SAP2000 structural analysis program was used.

Keywords: Local site class, Interstorey drift rate, Response spectrum, Beam slab and flat slab systems.

1. GİRİŞ

Betonarme binalar tasarlanıp projelendirilirken yapının kullanım amacı, ekonomik ve estetik düşünceler, deprem bölgesi ve zemin cinsi gibi faktörler nedeniyle farklı döşeme sistemleriyle alternatif çözümler oluşturulabilmektedir. Döşeme türlerinin değişmesi, taşıyıcı

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Tel: 0 536 8768604, ssagliyan@firat.edu.tr, 23119, Elazığ, Türkiye

sistemde hem düşey yüklerin hem de yatay yüklerin taşınması açısından farklılıklar oluşturabilir. Bu nedenle döşeme türlerinin ve çalışma prensiplerinin iyi bilinmesinin gerekliliği açıktır. Özellikle ülkemiz gibi birinci derece deprem kuşağı üzerinde bulunan yerlerde yapı sistemleri tasarlanırken deprem davranışlarının çok iyi araştırılıp kavrandıktan sonra projelendirilmesi ve projenin doğru şekilde uygulanması son derece büyük önem taşır. Depreme dayanıklı yapı tasarımında elastik sınırlar ötesinde şekil değiştirme olacağı öngörüldüğünden, şiddetli depremlerde büyük yer değiştirmelerin oluşması kaçınılmaz olacaktır. Yatay rijitliği küçük olan bir yapıda deprem etkisi altında büyük ötelenmeler oluşmakta ve ikinci mertbe momentleri meydana gelmektedir (Paulay and Priestley, 1992). Kolon uçlarındaki momentler, ikinci mertbe momentlerinin oluşması ile daha da büyür. Bunun sonucunda bina yüksekliği boyunca yatay yer değiştirmelerin yüksek mertebelere ulaşması, yapısal ve yapısal olmayan elemanlardaki hasarı artırmaktadır. Bazı durumlarda taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelen hasarın onarım maliyeti, taşıyıcı elemanlardan daha da büyük olabilir. Ötelenme değerlerini sınırlandırmakla hasarın seviyesi ve maliyeti azaltılmış olur (Zou and Chan, 2005). Yapıdaki değişik döşeme sistemleri taşıyıcı sistemin değişik deprem karakteristikleri göstermesine neden olabilmektedir. Döşeme sistemlerinin seçimi, yapının maliyetini önemli ölçüde değiştirebilmektedir (Yaşoğlu, 2015). Önemli olan, hangi zemin cinsinde, deprem bölgesinde kaç katlı yapıya hangi döşeme sistemini uygulamanın, herhangi bir depremde izin verilen hasar sınırları içerisinde kalabileceği ve yapı izin verilen hasar sınırları içerisinde kalırken ne kadar ekonomik olabileceğinin gerçekçi bir şekilde araştırılmasıdır (Akgün, 2007). Deprem etkisi altındaki çok katlı binalarda yapının analiz sonuçlarını etkileyen iki önemli parametre vardır. Bunlardan birincisi bina toplam ağırlığı ikincisi ise bina rijitliğidir. Farklı döşeme türlerinin seçilmesi neticesinde bina ağırlığı ve rijitliğinde farklılıklar meydana gelmektedir. Dolayısıyla aynı mimariye sahip olsa bile, davranış açısından çok farklı yapılar oluşabilmektedir. Yapı tasarımı yapılırken bu iki parametrenin binaya getirdiği olumlu ve olumsuz etkiler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sayede yapının davranışı da kontrol altına alınmış olacaktır (Demirkok, 2009).

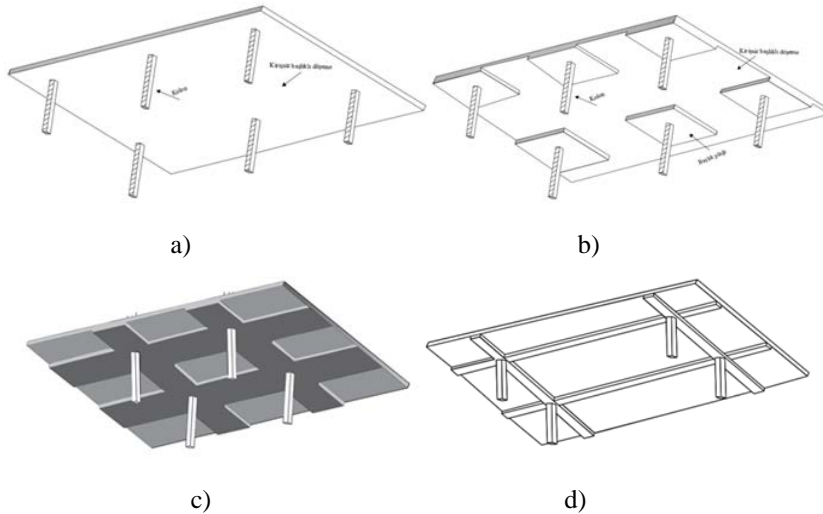
Döşemeler iki boyutlu taşıyıcı elemanlardır. Taşıdıkları hareketli ve sabit yükleri çevre duvarlarına veya kirişlere iletirler. Doğrudan kolonlara mesnetli döşemelerde yükler döşemeden kolonlara geçer. Dikdörtgen elemanlardan meydana gelen bölümlerden oluştuğu gibi, daire gibi değişik geometriye de sahip olabilirler. Çevresinin tümünde kiriş veya taşıyıcı duvar bulunabileceği gibi sadece bir bölümü bu elemanlara mesnetli de olabilir. Kalınlıkları açıklığa ve yüke bağlı olarak belirlenir. Mesnet ve kenar açıklık durumuna göre bazen tek doğrultuda bazen de çift doğrultuda çalışmaktadırlar.

Döşeme tipi seçiminde etkili olan parametreler şunlardır;

1. Bölgenin depremselliği,
2. Döşemenin maliyeti,
3. Geçilecek açıklık miktarları,
4. Etkileyecek yükün miktarı ve çeşidi,
5. Yapının kullanım amacı,
6. Kullanım değişikliklerine uyumu,
7. Yapının plan geometrisi,
8. Taşıyacağı eşya ve cihazların hassasiyeti,
9. Teknik personelin bilgi ve becerisi,
10. Konsol döşemenin varlığı

Döşemeler, kirişli döşeme, kirişsiz döşeme ve dişli döşeme olarak sınıflandırılabilir. Kirişli döşemeler 9 m açıklığa kadar ekonomiktir, depreme karşı dayanıklılık açısından ise en dayanıklı döşeme sistemidir. Bunun sebebi ise döşemenin sürekli ve hafif olmasından kaynaklanmaktadır (ACI 318-05, 2005, s.219-233). Fakat kirişli döşemeli betonarme yapılarda kiriş nedeniyle kat yüksekliği önemli derecede azalır. Kullanılacak mekânda havalandırma ya da klima kanallarının bulunması halinde bu kat yüksekliği daha da azalmaktadır. Bu durum büro ve işyeri gibi mekânların etkin kullanımını engellemektedir. Mekânları rahat ve etkin kullanma isteği, döşeme sistemini kirişsiz olarak seçmede etkili olan parametrelerin başında gelmektedir. Ayrıca ısı ve ses yalıtımları daha iyi olan bu döşeme sistemlerinde kalıp imalatı az, kalıp, döşeme ve beton işçiliği daha basittir. Kirişsiz döşemelerin zayıf tarafları ise deprem performanslarının kötü olması, zımbalama olasılığının yüksek olması ve daha fazla donatı ve beton alanı gereksinimidir. Kirişsiz döşemeli yapılarda büyük açıklıkların, yapı ağırlığını artırmadan, geçilebilmesi için yeni sistemler geliştirilmiştir. Geleneksel döşeme sistemlerine alternatif olarak plastik boşluklu kirişsiz döşeme sistemleri uygulanmaya başlanmıştır. Geliştirilen yeni nesil döşeme sisteminde 18-45cm çapında içi boş küresel plastikler döşemenin üst ve alt donatının arasına yerleştirilmektedir. Geçilecek açıklığın ve döşemenin kalınlığının durumuna göre plastik boşluğun çapı da değişmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bu tip döşeme sistemi ABD, Almanya, Avusturya, Hollanda, İsviçre, İran, Lüksemburg, Malezya, Polonya, Singapur, Türkiye ve birçok ülkede çeşitli projelerde uygulanmaktadır (Nasery ve Husem, 2015, s.145).

Kirişsiz döşemelerde döşeme doğrudan doğruya kolona oturduğu için zımbalama olayı önem kazanmaktadır. Çünkü zımbalama göçmesi çok gevrek bir göçmedir ve deprem davranışı açısından önemli bir risk olarak değerlendirilmektedir. İngiltere'deki Pipers Row çok katlı Otopark ve Güney Kore'nin Seul kentindeki Sampoong Mağazası'nda meydana gelen zımbalama göçmeleri örnek olarak gösterilebilir (Russell, 2015, s.10). Bu döşeme sistemlerinde kolon başlarına başlık ve/veya tabla yapılarak zımbalama sorunu giderilmeye çalışılır. Yapılan başlık ve/veya tablalar ile; başlıklı, tablalı, başlıklı-tablalı kirişsiz döşeme sistemleri elde edilir (Doğangün, 2008,s.267).



Şekil 1. Kirişsiz (a), Tablalı Kirişsiz (b), Sürekli Tablalı Kirişsiz (c) ve Kirişli Döşeme (d) sistemleri

TS500 (2000)'de kolon başlarına yapılacak tablaların kalınlığı, döşeme kalınlığının yarısı veya daha fazla, genişlikleri için ise o doğrultudaki hesap açıklığının %40'ı veya daha az olması önerilmektedir.

Paultre ve Moisan, (1992), kirişsiz döşemeli bir yapı planında, döşemelerin uzun doğrultularına paralel kolon başlarına yapılan tablaları sürekli hale getirerek bu döşemelerdeki moment dağıtım faktörünü hesaplamışlardır. Sürekli hale getirilen tablalar, döşeme bandı veya bant kiriş olarak isimlendirilmiştir. Bu yöntem ile kalıp alımının daha kolay olacağı, apartman ve ofis binalarının yanı sıra çok katlı otopark ve alışveriş merkezlerinde uzun açıklıkların yapımının mümkün olabileceği ifade edilmiştir. Yine aynı çalışmada bant kiriş olarak isimlendirilen sürekli tablaların yüksekliği, döşeme kalınlığının iki katı veya daha az, genişliğinin ise döşeme kalınlığının üç katı veya daha fazla olması gerektiği vurgulanmıştır.

Sağlayan ve Yön (2014) sürekli tablalı kirişsiz döşemeli ve kirişli döşemeli yapı modelleri üzerinde artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile sürekli tabla genişliğinin hasara ve yapısal performansa etkisini incelemişlerdir. Çalışmada tabla genişliğinin yatay yük taşıma kapasitelerini arttırdığını bununla birlikte hasar dağılımında belirgin bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir.

Döşeme türlerinin taşıyıcı sistem davranışına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007)' de belirtilen Z1 ve Z3 zemin sınıflarına göre kirişli, kirişsiz ve tablalı kirişsiz döşemeli ve sürekli tablalı kirişsiz döşemeli betonarme binaların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla tasarlanan model yapıların analizleri yapılmış ve analiz sonucunda model yapıların birinci doğal periyotları, taban kesme kuvvetleri ve kat yer değiştirmelerinden faydalanılarak yapıların göreceli kat ötelenme oranları elde edilmiş, deprem yönetmeliğindeki sınır değer ile ve birbiri ile karşılaştırılmıştır.

1.1. Zemin Tepki Spektrumunun Elde Edilmesi

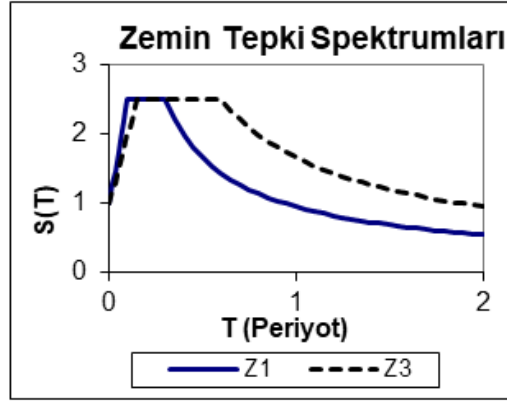
Yapıların analizlerinde kullanılacak olan Spektrum Katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denklem (1) ve Tablo 1' den elde edilmiştir.

$$\begin{aligned} S(T) &= 1 + 1.5T/T_A & (0 \leq T \leq T_A) \\ S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\ S(T) &= 2.5(T_B/T)^{0.8} & (T > T_B) \end{aligned} \quad (1)$$

Tablo 1. Spektrum karakteristik periyotları

Zemin Sınıfları	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Yapıların zemin sınıflarına göre analizleri yapılırken tasarım tepki spektrumlarından faydalanılmaktadır. Zemin spektrumlarının analizlerde kullanılması için basitleştirilmesi ve spektrum eğrilerinin normalize edilmesi gerekir. Şekil 2’de normalize edilmiş Z1 ve Z3 yerel zemin durumunun spektrum eğrileri verilmektedir.



Şekil 2. Zemin tepki spektrumları

1.2. Göreli Kat Ötelemeleri

DBYBHY (2007)’de herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreli kat ötelemesi, Δ_i , Denklem (2)’deki gibi ifade edilmektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (2)$$

Burada d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i ’inci ve $(i-1)$ ’inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değiştirmeleri göstermektedir. Ayrıca her bir deprem doğrultusu için, binanın i ’inci katındaki kolon veya perdeler için etkin göreli kat ötelemesi, Denklem (3)’de verilen δ_i ile ifade edilmektedir.

$$\delta_i = R.\Delta_i \quad (3)$$

Burada R elastik deprem yükü azaltma katsayısıdır. Deprem yönetmeliğinde her bir deprem doğrultusu için maksimum göreli kat ötelemesi sınırı herhangi bir kattaki kolon ve perde için Denklem (4)’de verilmiştir.

$$\frac{(\delta_i)_{maks.}}{h_i} \leq 0.02 \quad (4)$$

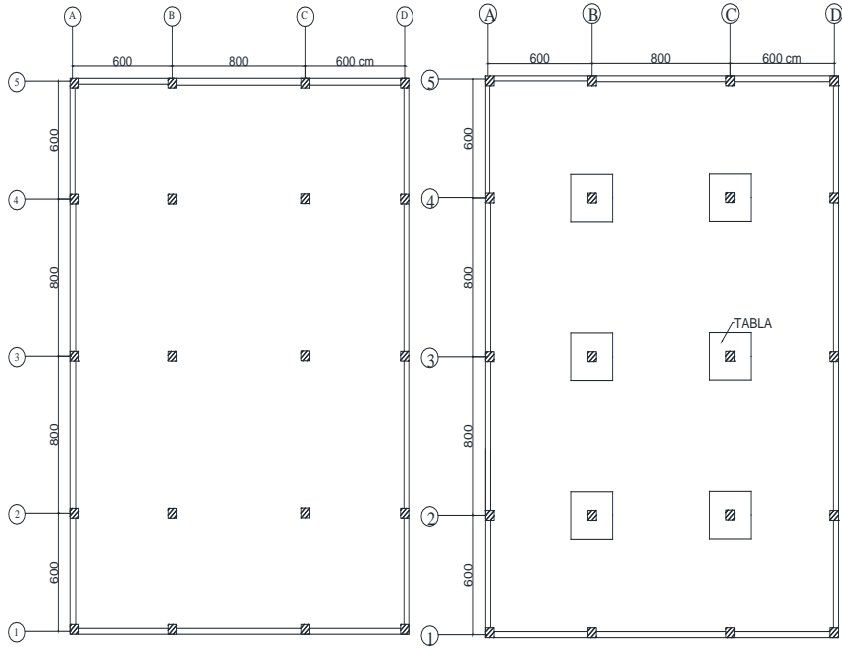
Burada $(\delta_i)_{maks.}$, etkin göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri, h_i ise ilgili elemanın yüksekliğini göstermektedir (DBYBHY, 2007).

2. SAYISAL UYGULAMALAR

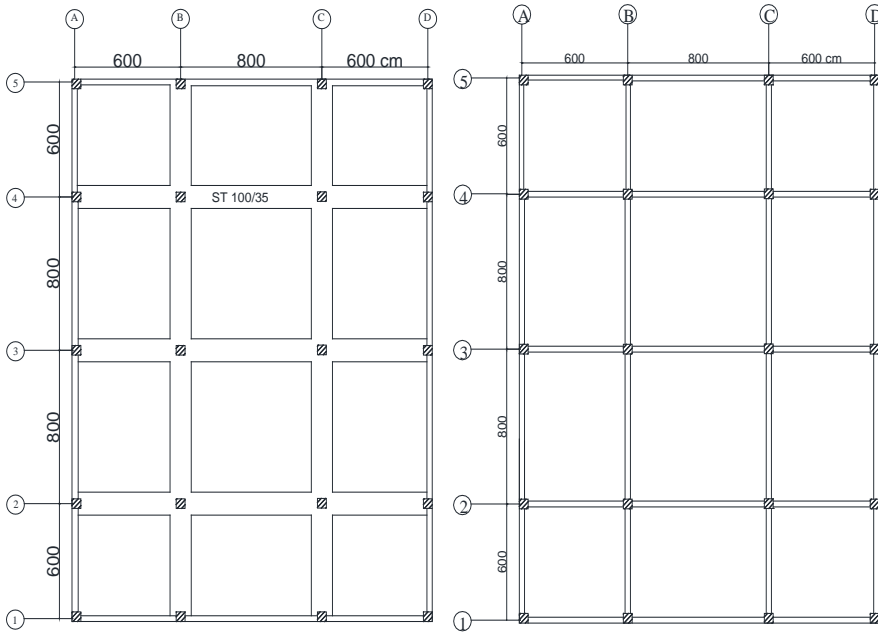
Döşeme türlerinin taşıyıcı sistem davranışına etkisinin araştırıldığı mevcut çalışmada, kirişli, kirişsiz, tablalı kirişsiz ve sürekli tablalı kirişsiz döşemeli betonarme binalar ele alınmıştır. Bu amaçla 1.derece deprem bölgesinde 4, 7 ve 10 katlı, 3 m kat yüksekliğine, $I=1$ bina önem katsayısına sahip düzenli betonarme model yapılar tasarlanmıştır. Tasarlanan yapıların analizleri deprem yönetmeliğimizdeki tepki spektrumu yöntemiyle Z1 ve Z3 zemin sınıflarına göre yapılmıştır.

Şekil 3 ve Şekil 4 'de verilen model yapıların döşeme kalınlığı TS 500 (2000)'de verilen bağıntılar kullanılarak, kirişsiz döşemeli yapıda (KRSZ) 25 cm, tablalı kirişsiz döşemeli yapıda (KRSZT) 22 cm, kirişli (KR) döşemeli yapılarda 17 cm olarak alınmıştır. Sürekli tablalı kirişsiz döşemeli yapılarda (ST) ise kirişli döşeme kalınlığı ile aynı 17 cm olarak alınmıştır. Tüm model yapıların çevre kirişleri 30x80 cm, kirişli döşemeli yapılarda iç kirişler 25x60 cm, sürekli tablalı yapılarda sürekli tablaların boyutları TS 500(2000)'de belirtilen hususlar dikkate alınmıştır. Sürekli tablanın genişliği o doğrultudaki hesap açıklığının %40'ından az, kalınlık ise döşeme kalınlığının yarısından fazla olacak şekilde belirlenmiştir. Ayrıca bu değerler Paultre ve Moisan, (1992) çalışmalarında önerilen kriterlere de uygun olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan sürekli tablalar 120x35 cm, tablalı kirişsiz döşemeli yapıda tabla kalınlığı ise 13 cm kabul edilmiştir. Kolon boyutları da eksenel normal kuvvetler elde edilerek, 4 katlı model yapılarda 40x40, 7 katlılarda 50x50, 10 katlı yapılarda ise 60x60 cm olarak ele alınmıştır. Model yapılarda C25 betonu ve S420 yapı çeliği kullanıldığı varsayılmıştır. Binalarda hareketli yük 5 kN/m² olarak seçilmiştir.

Çalışmada kullanılan betonarme yapıların analizi Sap2000 yapı analiz programında yapılmıştır. Ele alınan model yapılarda kolon ve kirişler çubuk eleman olarak modellenmiş ve düğüm noktalarında birleşimleri sağlanmıştır. Kirişsiz ve tablalı kirişsiz döşemelerde ise kolon en kesit alanı ile döşemelerin kolonla temas eden bölgeleri aynı boyutlu sonlu elemanlara bölünerek birleşimleri sağlanmıştır. Analizler sonucunda, model yapıların birinci mod periyotları, kat yatay yerdeğiştirme, görelî kat ötelemeleri ve taban kesme kuvvetleri elde edilmeye çalışılmıştır. Analizler sonucunda yapıların kısa yönü daha zayıf olduğu için x yönünde elde edilen yatay yer değiştirme değerleri değerlendirilmeye alınmıştır.



Şekil 3. Kirişsiz ve Tablalı Kirişsiz Döşemeli Betonarme Yapılara ait Kat Planları



Şekil 4. Sürekli Tablalı ve Kirişli döşemeli Betonarme Yapılara ait Kat Planları

3. ANALİZ SONUÇLARI

Analizler sonucunda, her iki zemin sınıfında model yapıların kat yatay yerdeğiştirme değerleri ve görelî kat ötelenme değerleri Tablo 2-5’de ve Şekil 5-10’da verilmiştir. Z1 zemin sınıfında tüm yapı modellerinden elde edilen görelî kat ötelenmeleri Türk Deprem Yönetmeliğ’in (DBYBHY)’de verilen sınır değerden küçük olduğu, Z3 zemin sınıfında ise kirişsiz ve tablalı kirişsiz döşemeli yapılarda elde edilen değerler sınır değerden büyük diğer iki yapı modelinde ise küçük olduğu görülmüştür.

Tablo 2. KR binasının x yönünde yatay yer değıştirme ve görelî kat ötelemeleri

Kat Sayısı	Z1			Z3			
	Yer değıştirme (mm)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer değıştirme (mm)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	
4 Katlı	4	9,33	0,0032	<0.02	16,23	0,0055	<0.02
	3	8,13	0,0057	<0.02	14,15	0,0099	<0.02
	2	6,01	0,0076	<0.02	10,44	0,0133	<0.02
	1	3,16	0,0084	<0.02	5,46	0,0146	<0.02
7 Katlı	7	14,87	0,0023	<0.02	25,84	0,0040	<0.02
	6	13,99	0,0039	<0.02	24,33	0,0067	<0.02
	5	12,54	0,0052	<0.02	21,83	0,0092	<0.02
	4	10,59	0,0064	<0.02	18,39	0,0113	<0.02
	3	8,20	0,0073	<0.02	14,16	0,0129	<0.02
	2	5,45	0,0079	<0.02	9,34	0,0137	<0.02
	1	2,48	0,0066	<0.02	4,22	0,0113	<0.02
10 Katlı	10	21,19	0,0022	<0.02	36,82	0,0037	<0.02
	9	20,37	0,0033	<0.02	35,43	0,0056	<0.02
	8	19,15	0,0043	<0.02	33,33	0,0075	<0.02
	7	17,53	0,0053	<0.02	30,52	0,0092	<0.02
	6	15,56	0,0061	<0.02	27,06	0,0107	<0.02
	5	13,28	0,0068	<0.02	23,04	0,0120	<0.02
	4	10,73	0,0074	<0.02	18,53	0,0131	<0.02
	3	7,94	0,0079	<0.02	13,63	0,0137	<0.02
	2	4,99	0,0078	<0.02	8,51	0,0134	<0.02
1	2,06	0,0055	<0.02	3,50	0,0093	<0.02	

Tablo 3. KRSZ binasının x yönünde yatay yer değiştirme ve görelî kat ötelemeleri

Kat Sayısı		Z1			Z3		
		Yer değiştirme (mm)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer değiştirme (mm)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı
4 Katlı	4	15,86	0,0051	<0.02	27,58	0,0088	<0.02
	3	13,94	0,0092	<0.02	24,27	0,0162	<0.02
	2	10,49	0,0126	<0.02	18,2	0,0221	>0.02
	1	5,76	0,0154	<0.02	9,9	0,0264	>0.02
7 Katlı	7	23,36	0,0031	<0.02	40,62	0,0054	<0.02
	6	22,18	0,0056	<0.02	38,59	0,0097	<0.02
	5	20,08	0,0078	<0.02	34,96	0,0137	<0.02
	4	17,16	0,0097	<0.02	29,84	0,0170	<0.02
	3	13,54	0,0114	<0.02	23,46	0,0200	≤0.02
	2	9,26	0,0128	<0.02	15,96	0,0222	>0.02
	1	4,45	0,0119	<0.02	7,63	0,0203	>0.02
10 Katlı	10	31,88	0,0026	<0.02	55,46	0,0045	<0.02
	9	30,90	0,0043	<0.02	53,78	0,0075	<0.02
	8	29,27	0,0060	<0.02	50,96	0,0104	<0.02
	7	27,03	0,0074	<0.02	47,06	0,0129	<0.02
	6	24,25	0,0087	<0.02	42,21	0,0152	<0.02
	5	20,99	0,0098	<0.02	36,51	0,0172	<0.02
	4	17,30	0,0109	<0.02	30,05	0,0190	<0.02
	3	13,22	0,0119	<0.02	22,92	0,0207	>0.02
	2	8,77	0,0127	<0.02	15,14	0,0219	>0.02
	1	4,02	0,0107	<0.02	6,92	0,0185	<0.02

Tablo 4. KRSZT binasının x yönünde yatay yer değiştirme ve görelî kat ötelemeleri

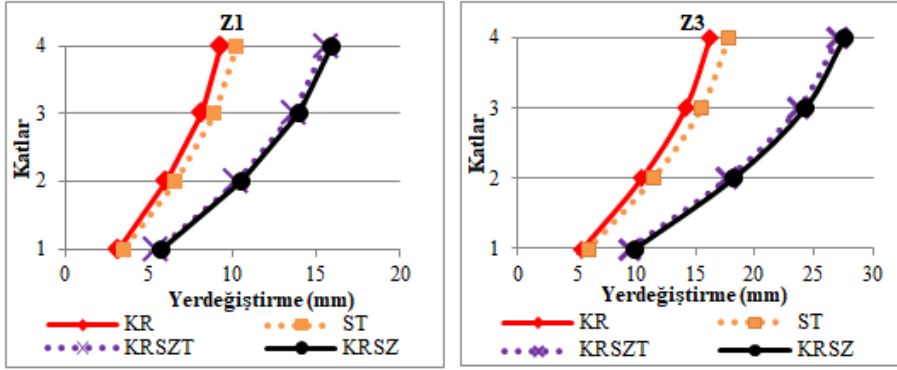
Kat Sayısı		Z1			Z3		
		Yer değiştirme (mm)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer değiştirme (mm)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı
4 Katlı	4	15,54	0,0051	<0.02	27,02	0,0088	<0.02
	3	13,62	0,0091	<0.02	23,71	0,0161	<0.02
	2	10,20	0,0126	<0.02	17,68	0,0221	>0.02

	1	5,47	0,0146	<0.02	9,4	0,0251	>0.02
7 Katlı	7	21,67	0,0030	<0.02	37,67	0,0051	<0.02
	6	20,56	0,0053	<0.02	35,77	0,0091	<0.02
	5	18,59	0,0073	<0.02	32,37	0,0128	<0.02
	4	15,86	0,0090	<0.02	27,57	0,0159	<0.02
	3	12,47	0,0105	<0.02	21,59	0,0185	<0.02
	2	8,52	0,0119	<0.02	14,65	0,0206	>0.02
	1	4,06	0,0108	<0.02	6,94	0,0185	<0.02
10 Katlı	10	26,71	0,0023	<0.02	46,44	0,0040	<0.02
	9	25,84	0,0038	<0.02	44,95	0,0065	<0.02
	8	24,42	0,0051	<0.02	42,50	0,0090	<0.02
	7	22,49	0,0064	<0.02	39,14	0,0111	<0.02
	6	20,10	0,0074	<0.02	34,97	0,0130	<0.02
	5	17,32	0,0083	<0.02	30,09	0,0147	<0.02
	4	14,19	0,0092	<0.02	24,58	0,0161	<0.02
	3	10,75	0,0099	<0.02	18,54	0,0172	<0.02
	2	7,04	0,0104	<0.02	12,08	0,0180	<0.02
	1	3,13	0,0083	<0.02	5,34	0,0142	<0.02

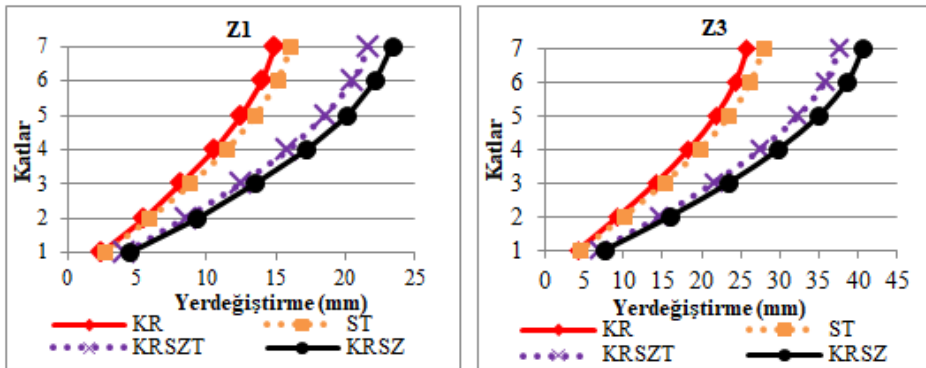
Tablo 5. ST binasının x yönünde yatay yer değiştirme ve görel kat ötelemeleri

Kat Sayısı	Z1			Z3			
	Yer değiştirme (mm)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer değiştirme (mm)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	
4 Katlı	4	10,23	0,0035	<0.02	17,80	0,0062	<0.02
	3	8,90	0,0062	<0.02	15,49	0,0109	<0.02
	2	6,57	0,0083	<0.02	11,41	0,0146	<0.02
	1	3,44	0,0092	<0.02	5,94	0,0158	<0.02
7 Katlı	7	16,06	0,0026	<0.02	27,89	0,0043	<0.02
	6	15,1	0,0042	<0.02	26,26	0,0072	<0.02
	5	13,53	0,0056	<0.02	23,56	0,0099	<0.02
	4	11,42	0,0069	<0.02	19,84	0,0122	<0.02
	3	8,85	0,0079	<0.02	15,28	0,0139	<0.02
	2	5,89	0,0086	<0.02	10,08	0,0147	<0.02
	1	2,68	0,0071	<0.02	4,55	0,0121	<0.02

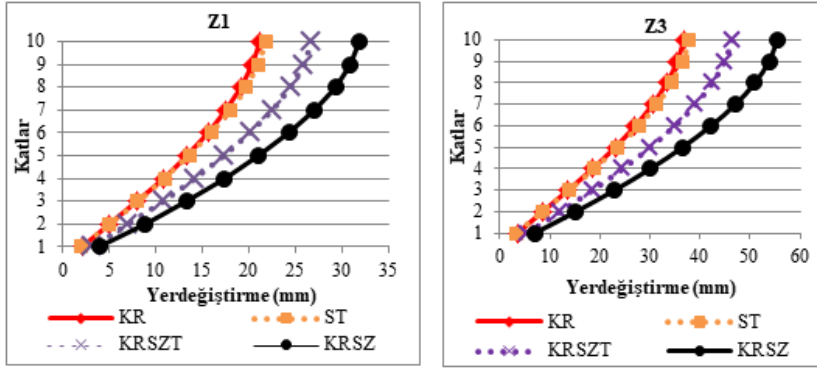
10 Katlı	10	21,83	0,0023	<0.02	37,93	0,0039	<0.02
	9	20,97	0,0034	<0.02	36,47	0,0058	<0.02
	8	19,7	0,0045	<0.02	34,29	0,0078	<0.02
	7	18,02	0,0055	<0.02	31,37	0,0096	<0.02
	6	15,97	0,0063	<0.02	27,77	0,0112	<0.02
	5	13,59	0,0071	<0.02	23,57	0,0126	<0.02
	4	10,93	0,0078	<0.02	18,86	0,0136	<0.02
	3	8,02	0,0082	<0.02	13,77	0,0142	<0.02
	2	4,96	0,0079	<0.02	8,45	0,0136	<0.02
	1	1,98	0,0053	<0.02	3,36	0,0090	<0.02



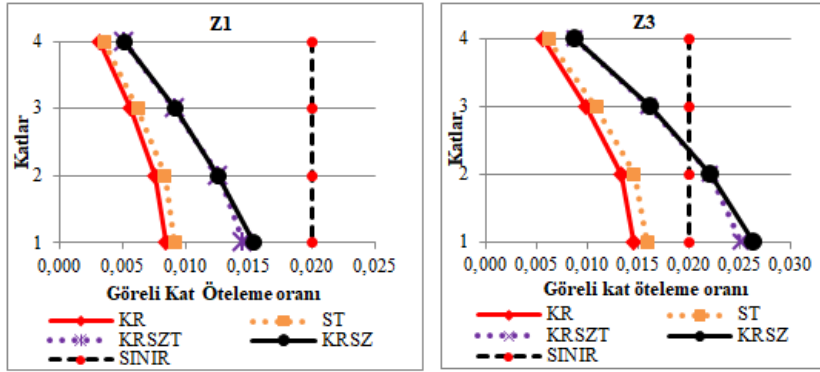
Şekil 5. Z1 ve Z3 zemin sınıflarında 4 katlı model yapıların yatay yerdeğiştirme değişimleri



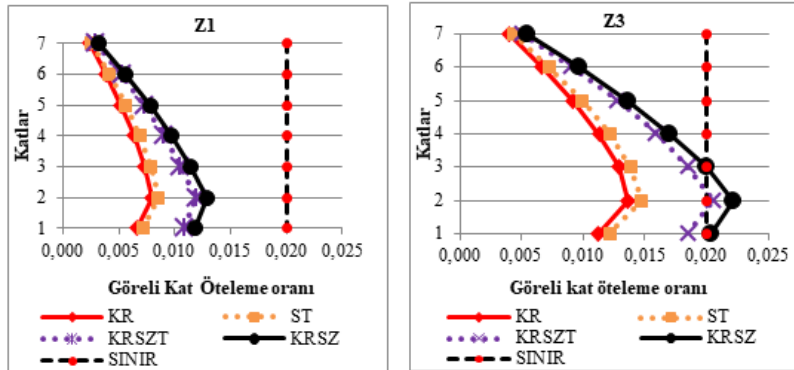
Şekil 6. Z1 ve Z3 zemin sınıflarında 7 katlı model yapıların yatay yerdeğiştirme değişimleri



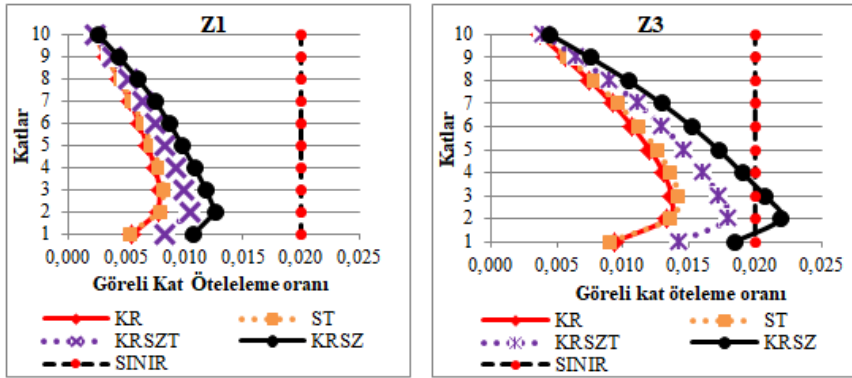
Şekil 7. Z1 ve Z3 zemin sınıflarında 10 katlı model yapıların yatay yerdeğiştirme değişimleri



Şekil 8. Z1 ve Z3 zemin sınıflarında 4 katlı model yapıların kat görelî ötelenme oranları



Şekil 9. Z1 ve Z3 zemin sınıflarında 7 katlı model yapıların kat görelî ötelenme oranları



Şekil 10. Z1 ve Z3 zemin sınıflarında 10 katlı model yapıların kat görelî ötelenme oranları

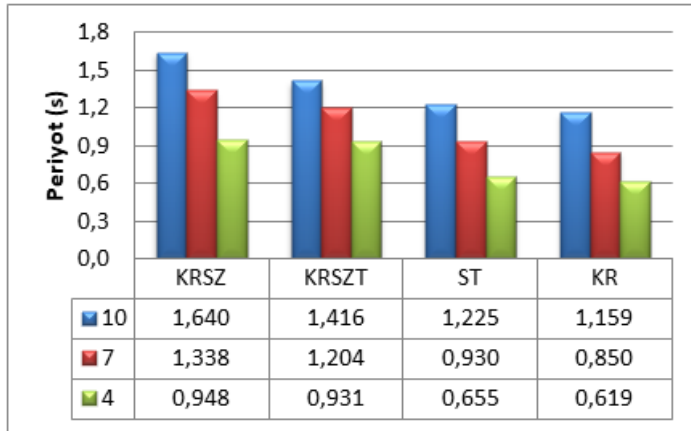
KR, KRSZ, KRSZT ve ST yapı modellerinde, her iki zemin sınıfında elde edilen maksimum yatay yer değiştirme, maksimum yatay yer değiştirme değişim yüzdesi ve en büyük görelî kat ötelenme oranları Tablo 6'da verilmiştir. Tüm bina modellerinde Z3 zemin sınıfında, Z1 zemin sınıfına göre daha fazla yatay yer değiştirme değerleri elde edilmiştir. Her iki zemin sınıfında tüm bina modellerinde en fazla yatay yer değiştirme kirişsiz döşemeli yapılarda en az ise kirişli döşemeli yapılarda meydana geldiği görölmüştür. Kirişsiz, tablalı kirişsiz ve sürekli tablalı kirişsiz döşemelerde elde edilen en büyük kat yatay yer değiştirme değerleri, kirişli döşemeli binalardan elde edilen yatay yer değiştirme değerlerine oranlanarak en büyük yatay yer değiştirme değişim yüzdesi elde edilmiştir. En büyük yatay yer değiştirme değişim yüzdesleri incelendiğinde en fazla %70 olarak 4 katlı KRSZ, en az ise %3 olarak 10 katlı ST yapı modelinde elde edilmiştir. Değişim yüzdeslerinin her iki zemin sınıfında da hemen hemen aynı olduğu ve kat sayısı artışı ile bu yüzde değerlerin azaldığı görölmüştür. Ayrıca Tablo 6'da verilen en büyük kat yatay yer değiştirme değerlerinin zemin sınıflarına göre değişim yüzdesleri verilmiştir. Tüm model yapılarda Z3 zemin sınıfında elde edilen en büyük yatay yer değiştirme değerlerinin Z1 zemin sınıfına göre %74 daha fazla olduğu görölmektedir.

Tablo 6. En büyük Yer değiştirme, En büyük Görelî Ötelenme Oranı ve En büyük Yer değiştirme Değişim Yüzdesi

	Z1								
	En büyük yatay yer değiştirme (mm)			En büyük görelî ötelenme oranı			En büyük yatay yer değiştirme değişim (%)		
	4 kat	7 kat	10 kat	4 kat	7 kat	10 kat	4 kat	7 kat	10 kat
KR	9,33	14,87	21,19	0,0084	0,0079	0,0079	0	0	0
KRSZ	15,86	23,36	31,88	0,0154	0,0128	0,0127	70	57	50
KRSZT	15,54	21,67	26,71	0,0146	0,0119	0,0104	67	46	26
ST	10,23	16,06	21,83	0,0092	0,0086	0,0082	10	8	3

	Z3								
	En büyük yatay yerdeğiştirme (mm)			En büyük görece ötelenme oranı			En büyük yatay yerdeğiştirme değışim (%)		
	4 kat	7 kat	10 kat	4 kat	7 kat	10 kat	4 kat	7 kat	10 kat
KR	16,23	25,84	36,82	0,0146	0,0137	0,0137	0	0	0
KRSZ	27,58	40,62	55,46	0,0264	0,0208	0,0219	70	57	51
KRSZT	27,02	37,67	46,44	0,0251	0,0206	0,0180	66	46	26
ST	17,80	27,89	37,93	0,0158	0,0148	0,0142	10	8	3
	Z1/Z3								
	En büyük yatay yerdeğiştirme %								
	4 kat			7 kat			10 kat		
KR	74			74			74		
KRSZ	74			74			74		
KRSZT	74			74			74		
ST	74			74			74		

Çalışmada ele alınan yapı modellerine ait 1. mod periyot değerlerinin kat ayısına göre değışim grafiği Şekil 11’de verilmiştir. En uzun periyot değeri kirişsiz döşemeli model yapıda en kısa periyot değeri ise sürekli tablalı kirişsiz döşemeli yapı modelinde elde edilmiştir. Model yapılarında kat sayısının artışı periyot değeri artırdığı belirlenmiştir.



Şekil 11. Model binaların 1. mod periyot değeri

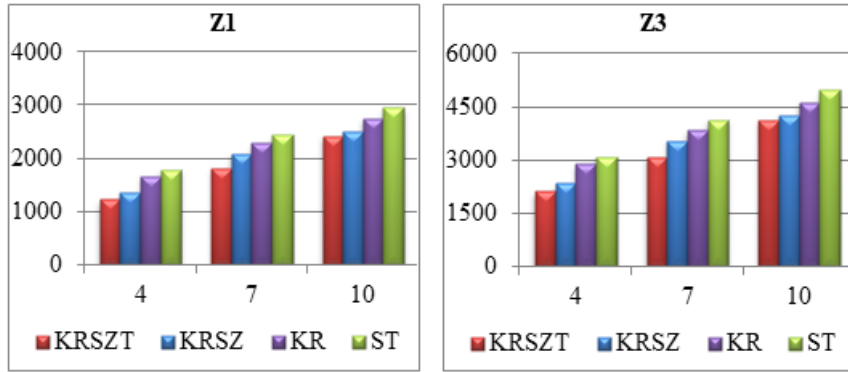
Model yapılarında elde edilen taban kesme kuvvetleri ve kirişli döşemeli model yapıya göre değışim yüzdeleri Tablo 7’de verilmiştir. Z1 zemin sınıfında 4 katlı KRSZ, KRSZT model yapıların KR model yapıya göre taban kesme kuvveti sırasıyla % 18,2, 26,2 daha az ST model

yapıda ise %7 daha fazla meydana geldiği görülmüştür. Z3 zemin sınıfında bu değişim yüzdelerinin yaklaşık aynı olduğu görülmektedir. Katsayısının değişiminde kirişli döşemeye göre diğer modellerine etkisi incelendiğinde ise az katlı KRSZ ve KRSZT model yapılarda daha fazla, çok katlılarda ise daha az değişim yüzdesi hesaplanmıştır. ST model yapısında meydana gelen taban kesme kuvvetinin KR model yapısında meydana gelen taban kesme kuvvetine göre değişim yüzdesinin üç farklı kat sayısında da yaklaşık aynı olduğu görülmüştür. Ayrıca zemin sınıflarındaki değişim yüzdeleri. Tablo 7’de incelendiğinde tüm model yapılarda Z3 zemin sınıfının Z1 zemin sınıfına göre yaklaşık aynı %70 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Taban Kesme Kuvvetleri ve KR Modellere Göre ve Zemin Sınıflarına Göre Değişim Yüzdeleri

		Z1		Z3		Z1/Z3	
Model Yapılar	KR	4	1673	0	2882	0	72
		7	2277	0	3848	0	69
		10	2754	0	4642	0	69
	KRSZ	4	1368	-18,2	2342	-18,7	71
		7	2081	-9	3552	-7,7	71
		10	2492	-9,5	4277	-7,9	71
	KRSZT	4	1235	-26,2	2110	-26,8	71
		7	1820	-20	3096	-19,5	70
		10	2424	-11,9	4126	-11,1	70
	ST	4	1791	7	3082	6,9	72
		7	2450	7,6	4129	7,3	69
		10	2949	7,1	4981	7,3	69

Şekil 12’de dört farklı yapı modelinde Z1 ve Z3 zemin sınıflarında elde edilen taban kesme kuvvetlerinin değişimi verilmiştir. Her iki zemin sınıfında da en az taban kesme kuvvetleri KRSZ model yapılarda, en fazla ise ST model yapılarda elde edilmiştir.



Şekil 12. Z1 ve Z3 Zemin Sınıflarında Taban Kesme Kuvvetlerinin Değişimi

4. SONUÇLAR

Döşeme türlerinin taşıyıcı sistem davranışına etkisinin araştırıldığı mevcut çalışmada, DBYBHY (2007)'de belirtilen Z1 ve Z3 zemin sınıflarında kirişli, kirişsiz, tablalı kirişsiz ve sürekli tablalı kirişsiz döşemeli düzenli 4, 7 ve 10 katlı model yapılar tasarlanmıştır. Bu yapı sistemlerinin x yönünde doğrusal analizleri yapılarak görece kat ötelemeleri, 1. doğal periyotları, kat yatay yerdeğiştirme, görece kat öteleme oranları ve taban kesme kuvvetleri elde edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

✓ İncelenen model yapılarda en fazla yatay yer değiştirme değerleri kirişsiz döşemeli model yapılarda, en az yerdeğiştirme değerleri ise kirişli döşemeli model yapılarda elde edilmiştir. Tablalı kirişsiz döşemeli model yapılarda elde edilen değerlerin kirişsiz döşemeli yapılardan elde edilen değerlere, sürekli tablalı kirişsiz döşemeli yapılarda elde edilen değerlerin ise kirişli döşemeli yapılardan elde edilen değerlere yakın olduğu görülmüştür.

✓ Z1 zemin sınıfında tüm yapı modellerinden elde edilen görece kat ötelemeleri Türk Deprem Yönetmeliğinin (DBYBHY)'de verilen sınır değerden küçük olduğu, Z3 zemin sınıfında ise kirişsiz ve tablalı kirişsiz döşemeli yapılarda elde edilen değerler sınır değerden büyük kirişli ve sürekli tablalı kirişsiz döşemeli yapı modellerinde ise küçük olduğu görülmüştür.

✓ Yapı sistemlerin döşeme sistemlerini değiştirdiğimizde rijitliği en az olan yapı sistemi kirişsiz döşeme sistemine sahip olduğundan dolayı, en fazla yapı periyotları kirişsiz döşemeli model yapılarda meydana gelmektedir. Sürekli tablalı kirişsiz döşemeli (ST) yapılardan elde edilen periyot değerleri, kirişli döşemeli (KR) yapılardan elde edilen periyot değerlerine çok yakın olduğu görülmektedir. Bant kiriş olarak da isimlendirilen sürekli tablalar, kirişli döşemelerdeki kirişler gibi düşey taşıyıcıları bağladığı için KRSZ ve KRSZT yapılarından daha rijit bir davranış ortaya koyduğu düşünülmektedir.

✓ Üç farklı kat sayılı tüm model yapılarda en az taban kesme kuvveti KRSZ yapılarda, en fazla ise ST yapılarda meydana geldiği belirlenmiştir. 10 katlı KRSZ ve KRSZT model yapılarda elde edilen taban kesme kuvvetinin KR model yapılarda elde edilen taban kesme kuvvetine oranının daha az, 4 katlı yapılarda ise bu oranın daha fazla olduğu görülmüştür. ST model yapılarda elde edilen taban kesme kuvvetlerinin KR model yapılarda elde edilen taban

kesme kuvvetlere göre değişim yüzdelerinin ise 4, 7 ve 10 katlı modellerde aynı olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, Z1 ve Z3 zemin sınıflarında ele alınan model yapılardan, sürekli tablalı kirişsiz döşemeli yapılarının davranışlarının kirişli döşemeli yapılara oldukça yakın olduğu görülmüştür. Kirişsiz döşemeli yapılar, sürekli tablalı olarak düzenlenirse üstünlüklerini kaybetmeden ve kirişli döşemelerdeki kat yüksekliğinin azalması gibi dezavantajlar oluşmadan daha rijit davranış sergileyen yapılar elde edilebilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] ACI 318-05 (2005) Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced Concrete, American Concrete Institute, Farmington Hills,
- [2] Akgün, H. (2007). Farklı Döşeme Sistemlerine sahip çok katlı Betonarme Binaların Dinamik Davranışının İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Demirkok, A. (2009). Perdeli Çerçeve Taşıyıcı Sisteme Sahip Bir Betonarme Yapıda Farklı Döşeme Türlerinin Davranışa Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Doğançın, A. (2008). Betonarme Yapıların Hesap Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [5] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007). T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara-Türkiye.
- [6] Nasery, M. M. ve Husem, M. (2015) Plastik Boşluklu Kirişsiz Döşeme Sistemleri ile İlgili Bir Sentez Çalışması, Mühendislikte Yeni Teknolojiler Sempozyumu, Bayburt.
- [7] Paulay, T., Priestley, M.J.N. (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, John Wiley & Sons, inc., New York.
- [8] Paultre, P. ve Moisan, C. (2002). Distribution of Moments in Reinforced Concrete Slabs with Continuous Drop Panels, Canadian Journal Civil Engineer, 29: 119-124.
- [9] Russell, J. (2015) Progressive collapse of reinforced concrete flat slab structures. (PhD thesis), University of Nottingham.U.K.-China-Malaysia.
- [10] Sağlıyan, S.,Yön, B. (2014). Sürekli Tablalı Kirişsiz Döşemeli Betonarme Binaların Performans Analizi, Fırat Üni.Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(1), 69-77
- [11] TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Madde 11- Betonarme Döşeme Sistemleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [12] Yaşoğlu, F.G., (2015) Taşıyıcı Sistemleri Farklı Olan Betonarme Yapılarda Döşeme Türlerinin Davranışa Etkisi Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [13] Zou, X.K., Chan, C.M. (2005). An optimal resizing technique for seismic drift design of concrete buildings subjected to response spectrum and time history loading, Computers and Structures, 83: 1689-1704.

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.