

TC
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Yıl: 2015
Sayı:20

SOMA

TC
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Sahibi:

Ayla TEKİN
Yönetim Kurulu Adına
CBÜ Soma MYO

Editörler:

Ayla TEKİN
Deniz MAMUREKLİ
Fırat TEKİN

Yayın Kurulu:

Ayla TEKİN
Erkan HAFIZOĞLU
Tamer CEBECİ
Kadir ARTAN

Sekreter:

Erkan HAFIZOĞLU

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

TC
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

BU SAYIDAKİ HAKEM KURULU:

Prof. Dr. Deniz MAMUREKLİ
Prof. Dr. Mustafa MIYNAT
Prof. Dr. Ertuğrul DURAK
Doç. Dr. İlhan TARİMER
Doç. Dr. Uğur AVCIBAŞI
Doç. Dr. Hakan AKAT
Yrd. Doç. Dr. Mustafa ENGİN
Yrd. Doç. Dr. Coşkun HARMANŞAH
Yrd. Doç. Dr. Ersin ASLAN
Yrd. Doç. Dr. Göksan AKPINAR

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

İletişim Adresi:

Fırat TEKİN
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
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
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi
İÇİNDEKİLER

1- Bazık Liç İle Boksit Atığından Alüminyum Hidroksit Ekstraksiyonu	
Salih Uğur BAYÇA, Hakan KISIK.....	1-12
2- Kapalı Sayılara Dayalı Oyun Programı	
Volkan SÖZERİ.....	13-23
3- Mineraloji, Madencilik ve Maden İşleme Alanındaki Türkiye Adresli Yayınların Analizi	
Ramazan GÖKBUNAR, Fırat TEKİN.....	24-35
4- Cıvata ve Somunların Çeşitleri ve Üretimi	
Deniz ÇOBAN, Bekir Sadık ÜNLÜ	36-48
5- Diferansiyel Gelişim Algoritması İle Problem Çözme Üzerine Bir Değerlendirme	
Serkan AYDIN, M. Sadrettin ZEYBEK.....	49-55
6- Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi Yazım Kuralları.....	56

BAZIK LIÇ İLE BOKSİT ATIĞINDAN ALÜMİNYUM HİDROKSİT EKTRAKSİYONU

Salih Uğur BAYÇA¹, Hakan KISIK²

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, boksit atık (kırmızı çamur) malzemeden alüminyum hidroksit elde etmektir. Taguchi yöntemi ile optimizasyon ve optimum koşullarda % Al çözünme oranı tahmini değerleri Minitab-17 yazılım programı ile hesaplanmıştır. Taguchi istatistiksel yöntem ile bazik liç deneyleri kırmızı çamur numunesinin sodyum hidroksit çözeltisinde çözünmesine katı-sıvı oranının etkisini belirlemek için katı-sıvı oranı parametresinin seviyeleri 10–60 g/L, baz konsantrasyonun parametresinin seviyeleri 2,5–10 M, sıcaklık parametresinin seviyeleri 70–95°C, numunenin çözünme süresinin etkisini belirlemek için süre parametresinin seviyeleri 1–4 saat, numunenin çözünmesine karıştırma hızının etkisini belirlemek için karıştırma hızı parametresinin seviyeleri 200–800 rpm arasındaki değerler belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler; Alüminyum hidroksit, boksit atık (kırmızı çamur), bazik liç, Taguchi yöntemi

ABSTRACT

The aim of this study was to obtain aluminum hydroxide from bauxite waste (red mud). The software program Minitab-17 was used to calculate estimated values of optimization and the percentage rate of solution of aluminum under optimum conditions by the Taguchi method. In order to determine by the Taguchi statistical method the effect of the solid-liquid ratio when the sample of red mud was dissolved in a solution of sodium hydroxide, parameters of solid-liquid ratio were set at 10–60 g/L, base concentration at 2.5–10 M, and heat at 70–95°C; in order to determine the effect of length of time of dissolution on the sample, the time parameter was set at 1-4 hours; and in order to determine the effect of stirring speed on the dissolution of the sample, the stirring speed parameter was set at 200–800 rpm.

Key words; Aluminum hydroxide, bauxite waste (red mud), alkaline leaching, Taguchi methods

1. GİRİŞ

Alüminyum üretiminin başlangıç hammaddesi alüminadır. Alüminanın (Al_2O_3) günümüzde %90'dan fazlası boksit tipi cevherlerden elde edilmektedir. Alüminyumun boksitten başka kaynakları da vardır ki bunlar killerdir [1].

Boksit cevherleri ihtiva ettiği alümina mineralleri bakımından farklı sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur. Boksit cevherleri alüminyum içeren mineraller gibsit, bohmit ve diyasporit mineralleridir. Gibsit kimyasal formülü $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$, monoklinik kristal yapılı ve 2,5–3,5

¹ Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yahşihan, 71450, Kırıkkale, Email; salihbayca@gmail.com

² Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Muradiye Kampusu, 45140 Manisa, Email; kimyaciakan@hotmail.com

sertliktedir. Böhmite kimyasal formülü $Al_2O_3 \cdot H_2O$, ortorombik kristal yapıya ve 3,5–6,5 sertliktedir. Diasporit kimyasal formülü $Al_2O_3 \cdot H_2O$, ortorombik kristal yapıya ve 6,5–7 sertliktedir. Boksit cevherinde empurite mineralleri demir içeren mineraller limonit, goetit, siderit gibi minerallerdir. Silika içeren mineraller kaolinit gibi kil mineralleridir. Titanyum içeren mineraller rutil, ilmenit gibi minerallerdir. Kükürt içeren mineraller markasit, alunit gibi minerallerdir.

Bayer prosesi, saf alüminyum üretimi için en yaygın kullanılan hidrometalurjik yöntemdir. Bayer prosesinde kırılmış ve öğütülmüş boksit kostik çözeltisinde yüksek sıcaklıktaki otoklavda çözündürülür ve sodyum alüminat çözeltisi elde edilir. Bu çözelti katı faz olarak kırmızı çamur ve sıvı faz olarak alüminat çözeltisi ikiye ayrılır. Katı faz kırmızı çamurdur ve sıvı faz alüminat çözeltisidir. Kırmızı çamur atık olarak atılır. Sıvı faz filtrelenir ve kristalizatörde kristallendirilir ve elde edilen iri taneli kristaller yıkanır. Bu kristaller, kalsine edilerek saf alümina ürünü elde edilir. Kırmızı çamur, Bayer prosesi ile boksitten alümina ekstraksiyonu esnasında çıkan kimyasal atıktır. Yüksek demir içeriği atığın karakteristik kırmızı rengini verir. Boksit kaynağına bağlı olarak kırmızı çamur kimyasal ve mineralojik bileşimi değişebilir. Kırmızı çamur değerli mineral ve metaller içerir. Kırmızı çamur, % 15–30 katı içerikli ve pH 10–12,5 yüksek alkali içeren bir çamur olarak atık barajlarına pompalanmaktadır.

Türkiye’de yılda minimum 50000 ton kırmızı çamur depolanmaktadır. Seydişehir’de 2013 yılına kadar toplam depolanan kırmızı çamur miktarı iki milyon ton olduğu tahmin edilmektedir.

Kırmızı çamur atıklarının tekrar endüstride kullanımı konusunda son yıllarda birçok araştırma yapılmıştır. Zhong ve Arkadaşları, (2009) %45 NaOH çözeltisinde % 0,9 katı-sıvı oranında, 200°C sıcaklıkta ve 3,5 saatte kırmızı çamuru %87,5 verimle Al_2O_3 kazanıldığını rapor etmişlerdir [2]. Agatzini-Leonardou ve Arkadaşları (2008) kırmızı çamurun atmosfer basıncında H_2SO_4 liçi ile %64,5 verimle TiO_2 kazandıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada 6N H_2SO_4 , 60°C ve %5 katı-sıvı oranı optimum koşullar olarak tespit edilmiştir [3]. Erçağ (1995) kırmızı çamurdan kireç taşı ve kok kömürü karışımı 1100 °C de sinterlendi. Sinter malzeme grafit potaya konuldu ve üzeri kok kömürü ile kaplandı. 1550 °C de 1 saat ergitme yapıldı. Böylece pik demir ve curuf iki ürün elde edildi. Curuf 90 °C de % 30 luk sülfirik asit çözeltisinde liç yapıldı ve çözeltide Ti, Al, Fe elde edildiğini rapor etmiştir [4]. Balomenos ve arkadaşları (2012) elektrik arkının tozu ile kırmızı çamuru karbotermik redüksiyon yöntemi ile 1540 °C ergitilerek dökme demir elde etmiştir [5]. Tınkılıç ve arkadaşları (1996) kırmızı çamur içerisindeki Fe, Al, Na, V ve Ti gibi kıymetli maddeleri, sülfirik asit kullanılarak 170 °C 'de 3 saat süreyle liç yapmışlardır. Bu çalışmada % 86 verimle $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ şeklinde ayrıldığı belirtilmiştir. Demir oranı düşük (%38,57 Fe_2O_3) olması sebebiyle pik demir üretimi için uygun olmayan kırmızı çamurun $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ üretiminde kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır [6]. Kılınç ve arkadaşları (2013) kırmızı çamur atığının renkli beton üretiminde pigment olarak kullanılabilirliği ve betonun renklendirme özelliklerine etkisi incelemişlerdir. Kırmızı çamurun pigment olarak kullanımına yönelik kalsinasyon çalışmaları (600–800°C) ve kalsinasyonun renklendirme özelliklerine etkisi renk ölçümü ile belirlenmiştir. Kırmızı renkli parke taşı elde edilmiş ve kırmızı çamurun parke taşını renklendirme özelliği, geleneksel pigmentlerle kıyaslanmıştır. Kırmızı çamurun renkli beton üretiminde değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışma ile beton endüstrisi için yeni bir katkı elde edilerek, çevresel ve diğer zararlı etkilerinin giderilmesi hedeflenmiştir. Parke taşı üretiminde kırmızı çamur renklendirici olarak kullanıldığında, kırmızı çamurla üretilen ürünlerin, yarma dayanımı, aşınma ve su emme gibi mekanik özelliklerinde herhangi olumsuz bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir [7]. Genichi Taguchi deneyindeki değişkenliği azaltmak amacıyla, deney tasarımında performans kriteri

olarak kullanılmak üzere, sinyal-gürültü oranı olarak adlandırılan bir kriter geliştirmiştir ve problemin amacına göre farklı sinyal-gürültü oranları ile sınama yapmıştır. Deneylerin sonuçları birden çok koşul içerdiğinden, standart bir analiz olan ortalama sonuçların kullanımı yerine sinyal- gürültü oranının, S/N kullanılması tercih edilir. Bir deneysel tasarımda incelenen ürünün bir faktöre bağlı olarak kalite özelliğindeki değişim istenen etkinin “sinyali” olarak adlandırılır. Ama bir deney gerçekleştirildiğinde tasarıma tabi tutulmamış, sonucu etkileyebilecek olan birçok dış faktör olabilir. Bu dış faktörler gürültü faktörleri olarak adlandırılır ve çıktı üzerindeki etkilerine “gürültü” adı verilir. Sinyal-gürültü oranı (S/N) kontrollü bir şekilde araştırılan kalite özelliğinin, kontrol altında olmayan ama sonucu etkileyen dışsal faktörlere (gürültü) karşı duyarlılığını ölçer. Basit olarak tanımlamak gerekirse S/N ortalamasının standart sapmaya oranıdır. Genel olarak herhangi bir deneyin amacı sonuç için yüksek sinyal-gürültü oranına ulaşmaktır. Yüksek bir sinyal-gürültü oranı sinyalin gürültü faktörlerinin rassal etkilerine karşı daha yüksek olduğunu gösterir. Ürün tasarımı ya da proses operasyonu yüksek bir sinyal-gürültü oranında kararlıysa her zaman optimum kaliteyi ve minimum varyansı verir [8, 9]. Taguchi yöntemi ile çözünme optimizasyonu konusunda bir çok araştırma yapılmıştır. Abali ve arkadaşları (2011) dolomit cevherinin hidroklorik asit çözeltilerinde liç işleminin optimizasyonunu çalışmışlardır [10]. Copur ve arkadaşları (1997) stibnitin HCl asit çözeltilerinde çözünmesini optimum koşullarını belirlemişlerdir [11]. Copur ve arkadaşları (2004) kavrulmuş çinkosülfat sülfirik asit çözeltilerinde çözünmesini optimum koşullarını belirlemişlerdir [12]. Yartasi ve arkadaşları (1999) bakır cevherinin NH₃ çözeltilerinde çözünmesini optimum koşullarını belirlemişlerdir [13].

Bu çalışmada kırmızı çamurun sodyum hidroksit çözeltilerinde çözünürlüğü araştırılmıştır. Taguchi istatistik yöntemi ile optimizasyon yapmak, en önemli parametre belirlemek, en önemsiz parametre belirlemek, optimum liç koşulları belirlemek, optimum liç koşullarında tahmini deney çözünme oranı, %Al hesaplamaktır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Kırmızı çamur Konya Seydişehir ETİ Alüminyum AŞ'den alınmıştır. Kullanılan Sodyum hidroksit (NaOH) %99 saflıkta ve granül halindedir. Çalışmada deiyonize saf su kullanılmıştır. Kırmızı çamur atık numunesi 20 kg civarında Seydişehir'den katı parçalar olarak laboratuvara getirilmiştir. Numune, çeneli kırıcıda kırılmış ve laboratuvar disk değirmende 500 µm tane boyutu altına öğütülmüştür.

Numunenin kimyasal analizi XRF (Thermo Scientific Advan't X ARL) cihazı ile yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Boksit Atık Kimyasal Analzi (MTA XRF)

Bileşim	%
Fe ₂ O ₃	38,8
Al ₂ O ₃	16,8
SiO ₂	15,8
Na ₂ O	11,4
TiO ₂	4,4

istenilen devire getirildi. Baz çözüldükten sonra içeresine 1g kırmızı çamur, analitik terazide tartıldı ve huni vasıtasıyla ilave edildi. Reaktör üçüncü boynu tapa ile kapatıldı. Kronometre ile süre başlatıldı. Reaksiyon süresi 120 dakika sonra kronometre durduruldu. Reaktör çıkarıldı ve reaktördeki bu karışım, su trompu huni ve mavi süzgeç kağıdından oluşan düzenekte soğumadan süzüldü. Sıvı faz ve katı faz olarak ayrıldı. Sıvı fazdan 2 mL pipetle alındı ve 100 mL ye tamamlanarak seyreltildi. Bu seyreltilmiş sıvı faz numune ICP OES cihazında analizi yapılarak sonuçlar kaydedildi.

Alüminyumun çözünme oranı % Y dir.

$$Y = \frac{C_1}{C_o} \cdot 100 \quad (1)$$

Burada C_o numunedeki Al'nin miktarı (g) ve C_1 çözeltideki Al miktarıdır (g).

Bu çalışmada parametre sayısı 5 ve seviye sayısı 4 olan deney koşulları seçilmiş ve çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneysel parametreler ve seviyeler

Parametreler		Seviyeler			
		1	2	3	4
A	Katı-sıvı oranı, g/L	10	20	40	60
B	Baz Konsantrasyonu, M	2,5	5	7,5	10
C	Reaksiyon Sıcaklığı, °C	70	80	90	95
D	Reaksiyon süresi, saat	1	2	3	4
E	Karıştırma Hızı, rpm	200	500	600	800

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kırmızı çamur çözünme Optimum koşullarını belirlemek için Taguchi yöntemi seçilmiştir. Bu yöntemde optimizasyon için yapılacak deney sayısı oldukça azdır. Deney parametrelerin etkilerini belirlemek için ortogonal dizin deney tasarımı (DOE, design of experiment) kullanılmış ve Minitab-17 yazılım programı ile hesaplanmıştır. Çizelge 3 de ortogonal dizin deney tasarımı verilmiştir.

Bu çizelge 1024 deney yerine sadece 16 deney yapılarak sonuçlar üzerinde değerlendirme yapılabilmektedir.

Çizelge 3. Ortogonal dizin deney tasarımı $L_{16}(4^5)$ 4 Seviye 5 Faktör

Seviye no	Faktör				
	A	B	C	D	E
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

Çizelge 4 de birinci kolonda katı-sıvı oranı, ikinci kolonda baz konsantrasyonu, üçüncü kolonda sıcaklık, dördüncü kolonda çözünme süresi ve beşinci kolonda karıştırma hızı bulunmaktadır. Çizelge 4 de yapılan 16 deney koşulları ve deney sonuçları verilmiştir. Bu çizelgede Y_1 sonuçlar olarak verilen değerler deney no 1 ile 16 arası yapılmış deney sonuçlarıdır. Y_2 sonuçlar olarak verilen değerler ise 1–16 arası deneyler tekrar yapılmış deneylerin sonuçlarıdır. Deney bir ve deney 2 sonuçlarının aritmetik ortalaması ortalama çizelgede Y_{ort} olarak verilmiştir.

Çizelge 4. Deney koşulları ve deney sonuçları

S. No	A	B	C	D	E	Y ₁	Y ₂	Y _{ort}
1	10	2,5	70	1	200	21,036	20,424	20,730
2	10	5	80	2	500	57,068	51,204	54,136
3	10	7,5	90	3	600	53,261	57,191	55,230
4	10	10	95	4	800	70,256	69,698	69,977
5	20	2,5	80	3	800	32,843	31,473	32,158
6	20	5	70	4	600	35,224	34,624	34,924
7	20	7,5	95	1	500	36,555	42,581	39,568
8	20	10	90	2	200	43,673	42,418	43,045
9	40	2,5	90	4	500	18,641	20,107	19,374
10	40	5	95	3	200	19,836	18,936	19,386
11	40	7,5	70	2	800	19,838	20,920	20,379
12	40	10	80	1	600	24,840	25,716	25,278
13	60	2,5	95	2	600	13,586	14,904	14,245
14	60	5	90	1	800	15,483	15,963	15,723
15	60	7,5	80	4	200	17,525	16,731	17,128
16	60	10	70	3	500	17,179	16,123	16,651

Çizelge 4 deki veriler kullanılarak Minitab-17 software programı ile varyans analizi (ANOVA) değerleri hesaplanmıştır. Çözünme prosesi üzerine parametrelerin etkisinin önemi %95 güven seviyesinde varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5 de verilmiştir. Boksit atığının çamurun çözünme oranına en yüksek etki katı-sıvı oranı parametresidir.

Çizelge 5. Varyans analizi (ANOVA), F testi ve faktör katkı sonuçları

PARAMETRE (Faktör)	SS (Kareler toplamı)	DOF (Serbestleşme derecesi)	MS (Ortalama kareleri)	F testi	Faktör Katkısı, %
Katı-Sıvı Oranı	2910,9	3	970,31	-	67,54
Baz Konsantrasyonu	607,9	3	202,63	-	14,10
Liç Süresi	364,4	3	121,45	-	8,45
Sıcaklık	219,6	3	73,21	-	5,10
Karıştırma Hızı	207,3	3	69,09	-	4,81
Hata	0	0	-	-	-
Toplam	4310,1	15			100

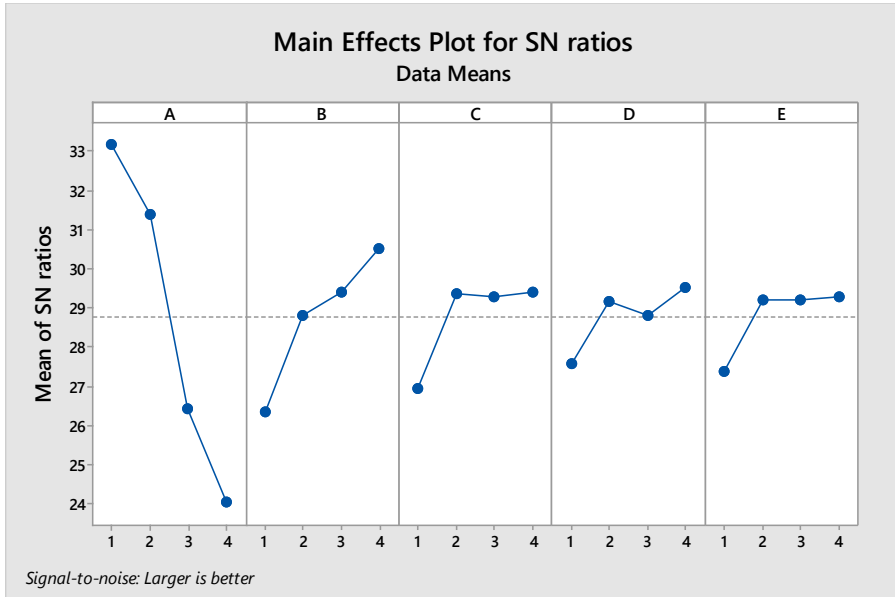
Boksit atığının çözünme oranına katı-sıvı oranının etkisi % 67,54 baz konsantrasyonun etkisi % 14,10 liç süresinin etkisi % 8,45, sıcaklığın etkisi % 5,10 ve karıştırma hızının etkisi % 4,81'dir. En önemli etki katı-sıvı oranı parametresi olarak belirlenmiştir. Ancak endüstriyel boyutta işletme maliyetin düşük olması için yüksek katı sıvı oranında çalışmak gerekmektedir. Bu çalışmada yüksek liç verim ile boksit atığından alüminyum hidroksit kazanımı ancak düşük katı-sıvı oranlarında mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. En önemsiz parametreler liç süresi, karıştırma hızı ve sıcaklıktır.

Taguchi yöntemi ile optimum koşulları belirlemek için parametrelerin sinyal-gürültü oranları aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır. [14].

$$SN = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum \frac{1}{Y^2} \right) \quad (2)$$

Boksit atığının çözünme oranı çözümlerde alüminyum miktarı ICP-OES analiz cihazı ile belirlenmiş ve hesapla çözünme oranına dönüştürülmüştür. Bu çalışmanın başarısı yüksek miktarda %Al çözeltiye almaktır. Bu nedenle yüksek çözünme oranı başarı ölçütüdür. Bu çalışmada *büyük çözünme değeri (Y) daha iyi* seçilmiştir. Burada büyük daha iyi performans karakteristiği, *n* verilen deney kombinasyonunda tekrarlama sayısı ve *Y_i* inisi deneyin performans değeridir.

Minitab-17 software programı ile Çizelge 4 değerleri kullanılarak katı-sıvı oranı, baz konsantrasyonu, liç süresi, sıcaklık ve karıştırma hızının etkileri grafiği çizilmiş ve Şekil 2 de verilmiştir.



A: Katı-sıvı oranı, B: Baz konsantrasyonu, C: Liç suresi, D: Sıcaklık, E: Karıştırma hızı

Şekil 2. Parametrelerin etkileri

Şekil 2 de, *mean of SN ratios*, sinyal-gürültü oranı ortalaması ve *main effects plot for SN ratios*, sinyal-gürültü oranı ortalamasının ana etkileri grafiğidir.

Katı-sıvı oranı 10 g/L değerinde maksimum sinyal-gürültü oranı elde edilmiştir. Katı-sıvı oranı 20 g/L değerinde 31 sinyal-gürültü oranı, 40 g/L katı-sıvı oranında 26 sinyal-gürültü oranı değerinde olmasına rağmen 60 g/L katı oranında 24 sinyal-gürültü oranı değerine kadar azalmıştır. Katı-sıvı oranının artması ile sinyal-gürültü oranı hızla azalmıştır.

Baz konsantrasyonu 2,5 M değerinde minimum 26 sinyal-gürültü oranı elde edilmiştir. Baz konsantrasyonu artması ile sinyal-gürültü oranı artmış ve 30 değerine ulaşmıştır. Baz konsantrasyonunun artması ile sinyal-gürültü oranı artmıştır.

Liç süresi 1 saatte minimum 27 sinyal-gürültü oranı elde edilmiştir. Liç suresi 2 saat olduğu zaman sinyal-gürültü oranı çok az artmıştır. Liç suresinin 3-4 saat arasında sinyal-gürültü oranı sabit kalmıştır. Liç suresinin 2 saatten sonra artması sinyal-gürültü oranında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir.

Sıcaklık 70 °C değerinde minimum 27 sinyal-gürültü oranı elde edilmiştir. Liç sıcaklığının 80 °C ye artması sinyal-gürültü oranı artırmış ve 29 sinyal-gürültü oranı ile sonuçlanmıştır. Ancak 90 °C sıcaklıkta çok az azalmıştır. Liç sıcaklığı 95 °C sıcaklıkta yavaşça artmıştır.

Karıştırma hızı 200 rpm değerinde minimum 27 sinyal-gürültü oranı elde edilmiştir. Karıştırma hızı 200–500 rpm arasında yavaşça artmış ve 29 sinyal-gürültü oranı değerine ulaşmıştır. Sinyal-gürültü oranında karıştırma hızı 500–800 rpm arasında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir.

Performans değeri optimum çalışma koşulları ortogonal dizinin karakteristiği kullanılarak tahmin edilebilir [14]:

$$Y_{predicted} = \mu + \sum X_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

Burada μ ortalama performans değerinin ortalaması, X_i inci deneyin etkisi Güven aralığı hesaplaması [15]:

$$CI = \mu \pm \sqrt{F_{\alpha;1, dfMSH} MSH \left(\frac{1+m}{N} + \frac{1}{n_i} \right)} \quad (4)$$

Burada F tablodaki F test değeri, α hata seviyesi, $dfMSH$ ortalama kare hatasının serbestlik derecesi, m Y_i 'nin serbestlik derecesi, N toplam deney sayısı, n_i doğrulama deneyindeki tekrarlamaya sayısı [15]:

Çizelge 6. Optimum koşullardaki tahmini deney Al ekstraksiyonu

Parametre	Durum-1	Seviye	Durum-2	Seviye
Katı-Sıvı Oranı	10 g/L	A ₁	20 g/L	A ₂
Baz Konsantrasyonu	10 M	B ₄	10 M	B ₄
Reaksiyon Sıcaklığı	80 °C	C ₂	80 °C	C ₂
Reaksiyon Süresi	4 saat	D ₄	4 saat	D ₄
Karıştırma Hızı	800 rpm	E ₄	800 rpm	E ₄
Tahmini Çözünme oranı, Y _p	% 66,35 Al		% 53,76 Al	
%95 Güven aralığında Çözünme oranı, Y _p	63.03 < Y _p < 69.67		51.07 < Y _p < 56.45	

Belirlenen optimum deney koşullarının parametre ve seviyeleri kullanılarak Taguchi yöntemi ile tahmini ekstraksiyon % Al hesaplanır. Minitab-17 software programında Taguchi yöntemi ile Durum-1 için A₁, B₄, C₂, D₄, E₄ seviyeleri kullanılarak tahmini ekstraksiyon %95 güven seviyesinde % Al hesaplanmış ve Çizelge 6 da verilmiştir.

Minitab-17 software programında Taguchi yöntemi ile Durum-2 için A₂, B₄, C₂, D₄, E₄ seviyeleri kullanılarak tahmini ekstraksiyon %95 güven seviyesinde % Al hesaplanmış ve Çizelge 6 da verilmiştir.

Bu optimum koşullar ve seviyelerinde deney yapılır. Bu deney sonuçları doğrulama deneyi ekstraksiyon % Al olarak tabloya yazılır. Burada %95 güven aralığında çözünme oranı, Y_p dir.

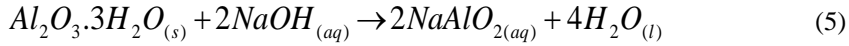
Bu çalışmada 10 g/L katı-sıvı oranı, 10 M sodyum hidroksit, 80 °C sıcaklık, 4 saat çözündürme süresi ve 800 rpm karıştırma hızı koşullarında Minitab-17 software programı ile tahmini % 66.35 Al çözünme oranı elde edilmiştir. Katı-sıvı oranının artırılarak yapılan çalışmada 20 g/L katı-sıvı oranı, 10 M sodyum hidroksit, 80 °C sıcaklık, 4 saat çözündürme

süresi ve 800 rpm karıştırma hızı koşullarında % 53,76 Al çözünme oranı elde edilmiştir. Katı-sıvı oranının artmasıyla alüminyum ekstraksiyonu hızla azalmaktadır.

Zhong ve arkadaşları (2009) 9 g/L (% 0,9) katı-sıvı oranı, % 45 sodyum hidroksit, 200 °C sıcaklık, 3,5 saat çözündürme süresi ve 0,25CaO/kırmızı çamur oranı koşullarında % 87,8 Al₂O₃ çözünme oranı elde edildiğini belirtmişlerdir [2].

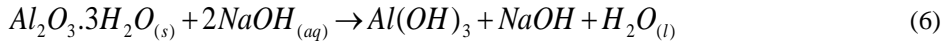
Boksit atık Kankrinit Na₆Ca₂Al₆Si₆O₂₄(CO₃)₂, Hematit Fe₂O₃, Jips CaSO₄·2H₂O, rutil TiO₂ minerallerinden oluşmaktadır. Çizelge 1 de boksit atık kimyasal analizi verilmiştir. Boksit atıkta majör oksitler % 16,8 Al₂O₃, %38,8 Fe₂O₃, %15,8 SiO₂, % 2,2 CaO, % 11,4 Na₂O ve % 4,4 TiO₂ bulunmaktadır. Cevherde bulunan hematitin sodyum hidroksit liçinde çözünmediğini ve atığa hematit olarak geçtiğini şeklinde açıklanabilir. Cevherde bulunan rutilin sodyum hidroksit liçinde çözünmediğini ve atığa rutil olarak geçtiğini şeklinde açıklanabilir. Cevherde bulunmayan sodyum, liç prosesinde reaktif olarak ilave edilen sodyum hidroksit ile çöktürücü olarak ilave edilen kireç reaksiyonu sonucu jips oluştuğu şeklinde açıklanabilir.

Boksit atığının sodyum hidroksit çözeltisinde çözünme reaksiyonu aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.



Boksit atığı ile sodyum hidroksit çözeltisi arasındaki reaksiyon sonucu sodyum alüminat ve su oluşur.

Liç çözeltisi filtrasyon ile katı faz ve sıvı faz ürünler elde edilmiştir. Katı fazda hematit, jips, gibi mineraller gözlenmiştir.



Sıvı fazda sodyum alüminat bulunmaktadır. Bu sıvı fazın kristallendirilmesi ile alüminyum hidroksit kristalleri katı olarak elde edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Boksit atığının çözünme oranına katı-sıvı oranının etkisi % 67,54 baz konsantrasyonun etkisi % 14,10 liç süresinin etkisi % 8,45, sıcaklığın etkisi % 5,10 ve karıştırma hızının etkisi % 4,81 dir. En önemli etki katı-sıvı oranı parametresi olarak belirlenmiştir.

Katı-sıvı oranının artması ile sinyal-gürültü oranı hızla azalmıştır. Baz konsantrasyonunun artması ile sinyal-gürültü oranı artmıştır. Reaksiyon süresinin 2 saat maksimum sinyal-gürültü oranı elde edilmiştir. Bu değerden sonra sürenin artması ile sinyal-gürültü oranında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. reaksiyon sıcaklığı 80 °C de ve 95 °C maksimum sinyal-gürültü oranı ile sonuçlanmıştır. Karıştırma hızı 500 rpm maksimum sinyal-gürültü elde edilmiştir. Bu değerden sonra karıştırma hızının artması ile sinyal-gürültü oranında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir.

Bu çalışmada 10 g/L katı-sıvı oranı, 10 M sodyum hidroksit, 80 °C sıcaklık, 4 saat reaksiyon süresi ve 800 rpm karıştırma hızı koşullarında Minitab-17 software programı ile tahmini % 66.35 Al çözünme oranı elde edilmiştir.

Katı-sıvı oranı iki katına çıkarıldığı zaman (20 g/L katı-sıvı oranı), 10 M sodyum hidroksit, 80 °C sıcaklık, 4 saat reaksiyon süresi ve 800 rpm karıştırma hızı koşullarında Minitab-17 software programı ile tahmini % 53,76 Al çözünme oranı elde edilmiştir. Katı-sıvı oranının artması ile alüminyum ekstraksiyonu hızla azalmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] S. Aksu, Kırmızı Çamur Bileşenlerinin Hidroklorik Asit Çözeltisindeki Çözünürlükleri, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Eylül 2001.
- [2] L. Zhong, Y. Zhang, Y. Zhang, Journal of hazardous materials 172 (2009) 1629–1634.
- [3] S. Agatzini-Leonardou, P. Oustadakis, P.E. Tsakiridis, Ch. Markopoulos, Titanium leaching from red mud by diluted sulfuric acid at atmospheric pressure, Journal of Hazardous Materials 157 (2008) 579–586.
- [4] E. Erçağ, Kırmızı çamurdan demir titaoksit, ve Nadir toprak konsantresinin kazanılması, Doktora tezi, İstanbul üniversitesi, 1995, İstanbul.
- [5] E. Balomenos, I. Gianopoulou, D. Panias, I. Paspaliaris, A novel red mud treatment Process, Crete 2012 3rd international conference industrial and hazardous waste management, Greece.
- [6] N. Tınkılıç, E. Erdem, 1996, Kırmızı çamurdan demir (II) sülfat üretimi, PAU mühendislik bilimleri dergisi, cilt 2, sayı 2, 135-137.
- [7] Y. Kılınç, E. Gunay, M. Marsoglu, Atık kırmızı çamur kullanılarak üretilen renkli beton ürünlerin çevreye uyumluluk performansının incelenmesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 31 (2013) 409 – 419.
- [8] Ö.A. Kasapoglu, Talaşlı imalatta bir kalite karakteristiğinin modellenmesi, doktora tezi, 2007, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- [9] S. Gokce, B. Tasgetiren, 2009, Taguchi optimizasyon yöntemi ile anten tasarımı, yüksek lisans tez.
- [10] Y. Abali, S.U. Bayca, K. Arisoy, A. I. Vaizogullar, Optimization of Dolomite Ore Leaching in Hydrochloric Acid Solutions, **Physicochemical Problems of Mineral Processing**, 46 (2011) 253-262.
- [11] M. Copur, T. Pekdemir, C. Celik, S. Colak, 1997, Determination of the optimum conditions for the dissolution of stibnite in HCl solutions, Ind. Eng. Chem. Res., 36: 682.
- [12] M. Copur, C. Ozmetin, E. Ozmetin, M.M. Kocakerim, 2004, Optimization study of the dissolution of roasted zinc sulphide concentration with sulfuric acid solution, Chemical Engineering and Processing, 43: 1007 – 1014.
- [13] A. Yartasi, M. Copur, C. Ozmetin, M.M. Kocakerim, H. Temur, 1999, An optimization study of dissolution of oxidized copper ore in NH₃ solutions, Energy Educ. Sci. Techn., 3: 77.
- [14] M.S. Phadke, R.N. Kacker, D.V. Speeney, M.J. Grieco, 1983, Off-line quality control in integrated circuit fabrication using experimental design, Bell System Technical Journal, 62: 1273.
- [15] G. Taguchi, 1987, System of Experimental Design, Quality Resources, New York, 108.

KAPALI SAYILARA DAYALI OYUN PROGRAMI

A GAME BASED ON LOCKED NUMBERS

Volkan SÖZERİ¹

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim öğrencilerine matematik dersinde sayıları sıralama ve çıkarma konusunu daha ilgi çekici hale getirecek kapalı sayılar kavramını, bir oyun programı yardımıyla tanıtmaktır. Kapalı sayılar ve diziler; 1946 yılında Hintli bir matematikçi olan Kaprekar tarafından bulunan *kaprekar sabiti* nin farklı basamak sayıları ve farklı tabanlar için genelleştirilmesidir. İki basamaklı sayıların temel alındığı Zihin okuyucu oyun programının, öğrencilerin sıralama ve çıkarma işlemlerini öğrenme sürecine olumlu yönde etki edeceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın önemli bir çıktısı da 110 basamağa kadar kapalı sayıların ve 60 basamağa kadar dizilerin kapalı sayılar kütüphanesinde sunulmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Kaprekar sabiti, Kapalı sayılar ve diziler, Matematiksel bilgisayar oyunu, Elektronik kütüphane

ABSTRACT

The aim of this study is to introduce the concept of locked numbers through a game program that makes students more interested in studying ordering and subtracting at mathematics courses. Locked numbers and sequences are a generalization of the Kaprekar constant discovered in 1946 by the Indian mathematician D..R. Kaprekar for different bases and number of digits. The first observations indicated that the Mind Reader Game program promotes a more positive attitude to maths learning for ordering and subtraction process. In this study, we also presented Locked Numbers Library that is an organized collection of locked numbers up to 10^{110} and sequences up to 60 digits.

Key words: Kaprekar's Constant, Locked numbers and sequences, Mathematical computer game, E-Library

1. GİRİŞ

Günümüzde teknoloji alanında yaşanan yenilikler, her alanda olduğu gibi eğitim alanında da kendini göstermektedir. Teknolojinin en önemli araçlarından biri olan bilgisayarın, eğitim öğretim alanında kullanılması en temel anlamda Bilgisayar Destekli Eğitim (BDE) olarak adlandırılmaktadır. Eğitimde bilgisayar kullanımı öğrencilerin istenen becerileri kazanmasında önemli yararlar sağlamaktadır. Bununla birlikte geleneksel yöntemlere göre daha çok duyu organını öğrenme süreçlerine dahil ettiği için eğitimde istenen hedeflere daha kolay ulaşılabilme ve öğrenme süreci daha eğlenceli bir hale gelmektedir (Smith & Boyer, 1996). Bilgisayar Destekli Eğitimi oluşturan parçalardan biri de bilgisayar oyunlarıdır. Modern öğretim yöntemlerinden biri olan oyunlarla öğretim üzerine yapılan bir çalışmada, Randel ve arkadaşları (1992) ilk ve orta öğretimde oyunların, öğretimin başarısında, öğrenci motivasyonunda ve performansında yarattığı olumlu etkileri ortaya koymuşlardır.

¹Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu, 35100, Bornova, İZMİR, volkan.sozeri@ege.edu.tr

Okul ortamında bilgisayar oyunlarının üç potansiyel kullanımı bulunmaktadır. Bunlar; genel anlama yeteneği ve beceriler, duygu ve motivasyon, bilgi ve öğrenme içeriği olmak üzere gruplandırılır (McFarlane vd. 2002). Yapılan deneysel çalışmalar bilgisayar oyunlarının bu üç kullanımını destekleyecek niteliktedir. Örneğin, Polat ve Varol (2012) tarafından yapılan araştırmanın sonucunda, bilgisayar oyunlarının kullanıldığı ortamlardaki öğrencilerle, geleneksel yöntemlerin kullanıldığı ortamlardaki öğrencilerin akademik başarıları arasında farklılık olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada deney ve kontrol grupları arasında gözlenen farklılaşmaların oyunların uygulandığı ortam lehine olduğu bildirilmiştir. Otu ve DuPal (2002) yaptıkları çalışmada, bilgisayar oyunlarının matematik öğrenenler için efektif bir araç olduğunu destekler bulgular elde etmişlerdir. Diğer bir çalışmada, bilgisayar oyunlarının duygu ve motivasyonu artırdığı ortaya konulmuştur (Vogel vd. 2006). Bununla birlikte, bilgisayar oyunlarının motive edici özellikleri nedeniyle, öğrencinin öğrenme çabasına katkı sağladığı ortaya konmuştur (Prensky, 2001).

Öğrencilerin sayı kavramlarını anlamada ve sayılarla işlem yapmada zorluk çektikleri, bundan dolayı bazı öğrencilerin bu kavramlarla ilgili çözüm sistemlerini ezberleme eğiliminde oldukları Birgin ve Gürbüz (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ortaya konulmuştur. Yapılan bazı araştırmalar (McIntosh, 1992; Bay, 2000) öğrencilerin matematiği anlama ve kullanma becerilerinin sayı algısının gelişmesiyle desteklenebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, sıralama ve çıkarma işlemlerinin öğrenilmesinde kullanılacak bir konu olan kapalı sayıların ve dizilerin özelliklerinden yararlanılarak bir oyun programı hazırlanması amaçlanmıştır. İlk olarak, çalışma konusu olan kapalı sayıların ve dizilerin tanımları, ilgili teoremler ve 2 basamaklı sayılardaki dizilerin çizge gösterimine yer verilmiştir. Bunun ardından, ilköğretim düzeyindeki öğrenciler için geliştirilen Zihin Okuyucu oyun programının tanıtımı ve kullanımı anlatılmıştır. Ayrıca, kapalı sayılar ve diziler ile ilgili bir çevrim içi kütüphane sunulmuştur.

1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Matematik dersini, soyut yapısından dolayı öğrenme zorluğu çeken öğrenciler için, Bilgisayar oyunları ile daha ilgi çekici hale getirmek mümkündür (Yiğit, 2007). Öğrencilerin bir derse karşı tutumları, o derste başarılarına etkileyen önemli faktörlerden biridir. Matematik dersi için de bu durum geçerlidir. Matematik dersi için olumlu tutuma sahip olmak, matematik dersinde başarının artmasına katkıda bulunmaktadır (Yıldız & Turanlı, 2010).

Matematik eğitimleri için, öğrenciler tarafından anlaşılır olan matematiksel bir meydan okuma konusu bulmak önemlidir. Kapalı sayılar ve diziler birçok buluş fırsatı içerdiğinden, öğrenciler tarafından bu sayıları bulmak heyecan verici olacaktır.

Zihin Okuyucu Oyun programının diğer bir amacı kapalı sayıları ve dizileri ilköğretim öğrencilerine tanıtmak ve öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerini sağlamaktır. Böylece, öğrenciler sıralama ve çıkarma işlemlerini sıkılmadan tekrar ederek daha kolay öğrenebileceklerdir.

2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ

“Kapalı Sayı“ kavramı ilk defa Dj.A.Babayev tarafından tanımlanmıştır (2007). Bu kavram 1946 yılında Hintli matematikçi D.R. Kaprekar tarafından bulunan Kaprekar sabitinin (6174) (Kaprekar, 1949;1955) farklı basamak sayıları ve farklı tabanlar için genelleştirilmesidir. Daha

sonraki yıllarda farklı araştırmacılar “kaprekar sabiti” ve özellikleri üzerine çalışmışlardır (Trigg, 1970; Deutsch & Goldman, 2004; Gardner, 1975; Jordan, 1964; Lewis & Ellis, 2005).

3. GÖSTERİM VE TANIMLAMALAR

N=Bütün rakamları aynı olmayan bir tamsayı.

L=L(N)=N tamsayısının basamaklarının sayı değerlerinin büyükten küçüğe sıralanmış hali.

S=S(N)= N tamsayısının basamaklarının sayı değerlerinin küçükten büyüğe sıralanmış hali.

L(N) ve **S(N)** aynı rakamlar kullanılarak yazılabilecek en büyük ve en küçük sayılardır.

R=R(N)=**L(N)**-**S(N)**, işleminden kalan.

Sıralama ve çıkarma işlemi, verilen N tamsayısı için **L(N)**, **S(N)** ve **R(N)**'in tanımlanmasından oluşur.

Seçilen N, $N=N^1$ olarak tanımlanır ve sıralama ve çıkarma işlemi N^1 'e uygulanır.

Buradan, $L(N^1)$, $S(N^1)$, ve $R(N^1)=L(N^1)-S(N^1)$

$N^2=R(N^1)$ 'e eşitlenir, sıralama ve çıkarma işlemi N^2 için uygulanır.

Genel olarak sıralama ve çıkarma işlemleri, N^i 'nin, $i=1,2,\dots$ ardışık tekrarlarından meydana gelir. $L(N^i)$, $S(N^i)$, $R(N^i)=L(N^i)-S(N^i)$ ve $N^{i+1}=R(N^i)$ şeklinde tanımlanır. Eğer verilen **L(N)** sayısındaki son rakam sıfıra eşitse, **S(N)** sıfır ile başlar.

Örneğin; $N=21003$ için, $L(N)=32100$ ve $S(N)=00123$ 'tür. Sıralama ve çıkarma işlemi sırasında basamak sayısını değiştirmemek için, gerekli olmadığı halde bu sıfırlar yazılmalıdır.

Seçilen N tamsayısından daha az basamak sayısına sahip sayılarla, sıralama ve çıkarma işlemi sırasında ayrıca karşılaşılabılır. Kalan $R(N^i)$, $L(N)$ 'den daha az basamak sayısına sahip olabilir.

Örneğin; $N=2122$, $L(N)=2221$, $S(N)=1222$ ve $R(N)=999$ sonucunu verir. Benzer olarak, bu sayı 0999 şeklinde yazılmalıdır. Bu yazım şekli; sıralama ve çıkarma işlemleri sırasında tüm sayıların aynı sayıda basamağa sahip olmasını sağlar.

Seçilen “N” tamsayısı için sıralama ve çıkarma işlemleri sonucunda iki durum ortaya çıkar. Birinci durumda, “N” tamsayısı sıralama ve çıkarma işlemleri sonunda kendini tekrar eden bir dizi veya ikinci durumda, “N” tamsayısı sıralama ve çıkarma işlemleri sonunda sabit bir sayı ile sonlanmaktadır.

4. DİZİLER VE KAPALI SAYILAR

Sıralama ve çıkarma işlemi tekrarında, verilen sayı $N^1=N$ ile başlar ve $N^2=R(N^1)$, $N^3=R(N^2)$, ..., $N^{i+1}=R(N^i)$ şeklinde bir sayı dizisi oluşturur. Tüm oluşturulan sayılar yukarıda da belirttiği gibi aynı basamak sayısına sahiptir. Seçilen herhangi n basamaklı bir sayı için, sıralama ve çıkarma işlemleri sonunda oluşan sonlu sayıda n basamaklı sayı vardır. Sıralama ve çıkarma işlemleri sonucu oluşan, N^i , “m” adım sonra tekrarlayarak $N^m=N^i$ 'yi oluşturabilir. Bu oluşan sayı dizisinin N^i 'den başlayarak N^m 'e kadar tekrarlanacağı anlamına gelir. Sıralama ve çıkarma işlemleri sonucu oluşan bu dizinin uzunluğu; $m-i+1$ kadar olur.

Örneğin; $N=19$ olsun:

1. Adım. $N^1=19$; $L=91$, $S=19$, $L-S=72$,
2. Adım. $N^2=72$; $L=72$, $S=27$, $L-S=45$,
3. Adım. $N^3=45$; $L=54$, $S=45$, $L-S=09$,
4. Adım. $N^4=09$; $L=90$, $S=09$, $L-S=81$,

5. Adım. $N^5=81$; $L=81$, $S=18$, $L-S=63$,
 6. Adım. $N^6=63$; $L=63$, $S=36$, $L-S=45$,
 7. Adım. $N^7=45$; $L=54$, $S=45$, $L-S=09$.

N^3 , 7. adımda tekrarlanmıştır. Buradan, 2 basamaklı sayılarda sıralama ve çıkarma işlemleri sonunda oluşan, dizinin uzunluğunun $7-3+1=5$ olduğu görülmektedir.

Sıralama ve çıkarma işlemleri sonucunda kendini tekrar eden, başka bir deyişle uzunluğu 1'e eşit olan dizilere, kapalı sayı denir. Bu aşağıdaki gibi gösterilir:
 $N^i=N^{i+1}=R(N^i)$.

Örneğin; $N=578$ olsun

- | | | | | |
|----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| 1. Adım. | $N^1=578$; | $L=875$, | $S=578$, | $L-S=297$, |
| 2. Adım. | $N^2=297$; | $L=972$, | $S=279$, | $L-S=693$, |
| 3. Adım. | $N^3=693$; | $L=963$, | $S=369$, | $L-S=594$, |
| 4. Adım. | $N^4=594$; | $L=954$, | $S=459$, | $L-S=495$, |
| 5. Adım. | $N^5=495$; | $L=954$, | $S=459$, | $L-S=495$. |

Görüldüğü üzere, $N^4=N^5=R(N^4)$ 'tür. 495, 3 basamaklı sayılardaki kapalı sayıdır.

5. KAPALI SAYILAR İLE İLGİLİ BAZI TEOREM VE İSPATLAR

İlk olarak, sıralama ve çıkarma işleminin sonucu olan her sayı ve tüm kapalı sayılar 9 sayısının katı olur ve teoremin ispatı şöyledir:

$l_1 \dots l_n$ $L(N)$ 'in basamakları olmak üzere, $L(N)=l_1 l_2 \dots l_n$, olsun,

Kaprekar'ın tanımından dolayı ilk seçilen sayının $L(N)$ 'in tüm basamakları eşit değildir, böylece

$$l_1 \geq l_2 \geq \dots \geq l_n,$$

ve

$$l_1 > l_n.$$

bundan başka

$$L(N)=10^{n-1} l_1 + 10^{n-2} l_2 + \dots + 10 l_{n-1} + l_n,$$

$$S(N)=10^{n-1} l_n + 10^{n-2} l_{n-1} + \dots + 10 l_n + l_1,$$

Sıralama ve çıkarma işleminden kalan, $R(N)=L(N)-S(N)$, aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$(10^{n-1}-1) * k_0 + (10^{n-2}-10^1) * k_1 + (10^{n-3}-10^2) k_2 + \dots,$$

k_i ile gösterile katsayılar negatif olmayan bir basamaklı tamsayılardır. $(10^r - 10^s)$ şeklinde gösterilen sayılar, $r \geq s$ olmak üzere negatif olmayan ve 9'a tam olarak bölünen tamsayılardır, sonuç olarak bu sayıların katları ve katlarının toplamı da 9'a tam olarak bölünebildiği için $R(N)$ sayısı da 9'a tam olarak bölünür.

Aşağıda, 2 basamaklı sayılarda kapalı sayı olmadığı gösterilmektedir.

n_1 ve n_2 , 2 basamaklı N sayısının basamakları olsun, $N=n_1 n_2$, şeklinde gösterilir. Kaprekar'ın tanımı gereği, ilk seçilen N 'in rakamları eşit değildir, $n_1 \neq n_2$.

Buradan hareketle; iki durum ile karşılaşılabılır.

1. Durum. $n_1 > n_2$

$L(N)=n_1 n_2$ ve $S(N)=n_2 n_1$ olur.

Eğer N bir kapalı sayı ise, $R(N)=L(N)-S(N)=n_1 n_2 - n_2 n_1 = N = n_1 n_2$, olmak zorundadır.

$S(N)=n_2 n_1 > 0$ olduğu için N sayısının bir kapalı sayı olması olanaksızdır.

2. Durum. $n_2 > n_1$

$L(N)=n_2 n_1$ ve $S(N)= n_1 n_2$ olur.

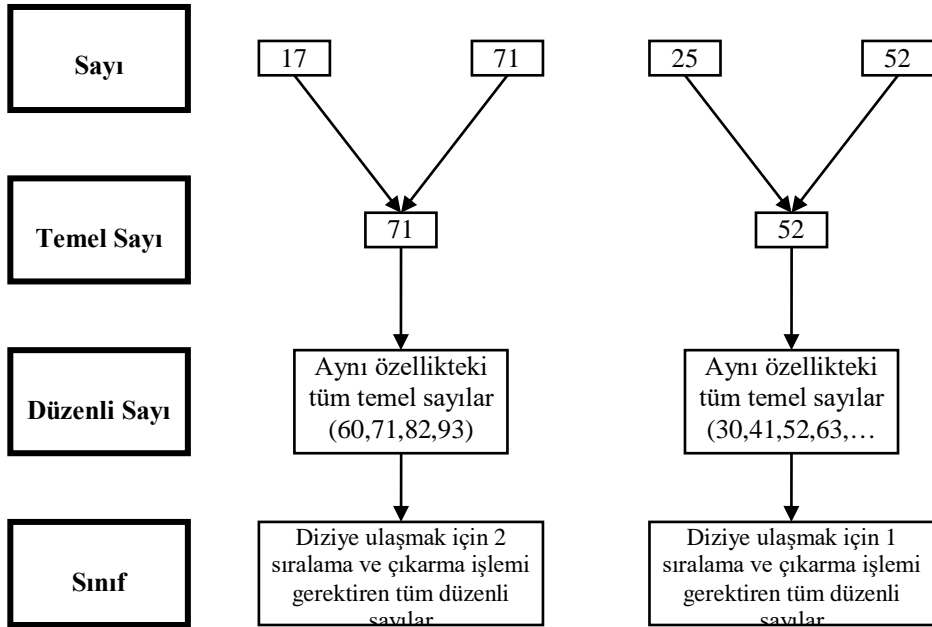
Bu durumda $R(N)= L(N) - S(N) = n_2 n_1 - n_1 n_2 = N = n_1 n_2$ olur. Bu da $n_2 n_1 = 2n_1 n_2$ sonucunu verir. Buna göre $10n_2 + n_1 = 20n_1 + 2n_2$ olacağı için $8n_2 = 19n_1$ olmak zorundadır. $0 \leq n_1 < n_2 \leq 9$ olduğu için bu eşitliğin bir çözümü yoktur.

Olası iki durumda da, 2 basamaklı sayılar, sıralama ve çıkarma işlemleri sonunda sabit bir sayı ile sonlanmaz. Bu durumda 2 basamaklı sayılarda kapalı sayının olmadığını gösterir.

6. ÇİZGE GÖSTERİMİ

Herhangi bir sayının kapalı sayıya veya diziye ulaştığı yol belirlendikten sonra, sayılar sınıflandırılabilir.

Sayı : Herhangi n basamaklı bir tamsayı.
Temel Sayı : Rakamları azalan sırada düzenlenmiş sayı.
Düzenli Sayı : Kapalı sayıya veya diziye ulaşmak için aynı yolu paylaşan tüm temel sayılar.
Sınıf : Aynı sayıda sıralama ve çıkarma işlemi (adım) içeren tüm düzenli sayılar.



Şekil 1. Sayıların sınıflandırılması

2 basamaklı sayılarda sıralama ve çıkarma işlemleri kapalı bir sayı ile sonlanmaz. 2 basamaklı sayılar sıralama ve çıkarma işlemleri sonrası elemanları 09, 81, 63, 27, 45 olan ve kendini tekrar eden bir diziye ulaşır. Bu sayıların diziye ulaşırken izlediği yolun çizgesi (graf) oluşturulabilir. Çizge gösteriminde, seçilen basamak sayısındaki tüm sayıları kullanmak yerine düzenli sayıların özel bir gösterimi kullanılmaktadır. 2 basamaklı sayılar, basamaklarındaki rakamların, sayı değerlerinin farkının mutlak değerine göre gruplanır. Oluşan her grup bir tepe

(nokta) ile gösterilecektir. Çünkü aynı gruptaki sayılar için, sıralama ve çıkarma işleminden sonra çıkan sonuç aynıdır.

Gösterim: n basamaklı aynı düzendeki tüm temel sayılar aşağıdaki gibi sınıflandırabilir;

$k = \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$ ve $L(n) = l_1 l_2 l_3 \dots l_{n-1} l_n$ olmak üzere k sayısının basamakları sırası ile aşağıdaki gibidir:

$$k = \{ l_i - l_j / i + j = n + 1, i = 1, 2, \dots, \lfloor \frac{n}{2} \rfloor, \text{ ve } j = n, (n-1), \dots, (\lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1) \}$$

A_k , aynı k sayısını elde ettiğimiz tüm düzenli sayıların bir kümesidir. 2 basamaklı sayılar için k sayısı, 2 basamaklı sayının basamaklarındaki rakamların, sayı değerlerinin farkının mutlak değerine eşittir.

Örneğin; 64 sayısı:

$$k = |6 - 4|$$

$$k = |2| = 2$$

64 sayısı A_2 kümesinden bir sayıdır. Bununla birlikte, A_2 kümesindeki tüm sayıların bir sonraki sıralama ve çıkarma işleminin sonucu 18'dir ($64 - 46 = 18$).

2 basamaklı sayılar için oluşan düzenli sayı kümeleri aşağıda görülmektedir:

$$A_1 = \{10, 21, 32, 43, 54, 65, 76, 87, 98\}$$

$$A_2 = \{20, 31, 42, 53, 64, 75, 86, 97\}$$

$$A_3 = \{30, 41, 52, 63, 74, 85, 96\}$$

$$A_4 = \{40, 51, 62, 73, 84, 95\}$$

$$A_5 = \{50, 61, 72, 83, 94\}$$

$$A_6 = \{60, 71, 82, 93\}$$

$$A_7 = \{70, 81, 92\}$$

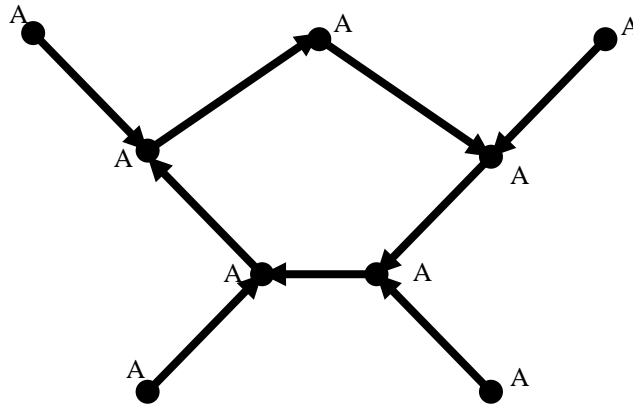
$$A_8 = \{80, 91\}$$

$$A_9 = \{90\}$$

2 basamaklı sayılar için sıralama ve çıkarma işlemleri sonucu oluşan dizi ve düzenli sayı kümelerinin izledikleri yol aşağıdaki gibidir:

$$\rightarrow 9 \quad \rightarrow 81 \quad \rightarrow 63 \quad \rightarrow 27 \quad \rightarrow 45$$

$$\rightarrow A_9 \quad \rightarrow A_7 \quad \rightarrow A_3 \quad \rightarrow A_5 \quad \rightarrow A_1$$



Şekil 2. 2 basamaklı sayılarda sıralama ve çıkarma işlemleri sonunda oluşan çizge

Çizge, 2 basamaklı sayılar için başlangıçta seçilen sayıdan bağımsız olmak üzere en fazla 2 sıralama ve çıkarma işlemi sonunda kendini tekrar eden bir diziye ulaşıldığını göstermektedir.

7. ZİHİN OKUYUCU OYUN PROGRAMI

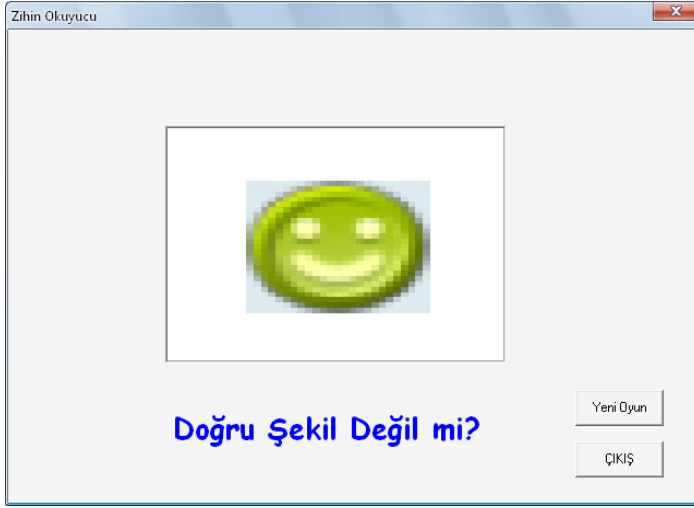
Zihin Okuyucu Oyun Programı görsel tabanlı programlama dili olan Delphi 7.0 platformunda yazılmıştır. Oyun programı, iki basamaklı sayılarda başlangıç sayısından bağımsız olarak (*basamakları birbirinden farklı olmak şartıyla*) en az iki sıralama ve çıkarma işlemi sonucunda, diziye ulaşıldığını temel alarak geliştirilmiştir. İki basamaklı sayılarda kendini tekrar eden dizi **09, 81, 63, 27, 45** sayılarından oluşmaktadır. Program içerisinde yer alan şekiller arasından dizi elemanlarına aynı şekil, diğer sayılara da kalan şekiller rastgele atanmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Zihin okuyucu oyun programı örnek ana ekran görüntüsü

Başlangıçta, kullanıcının zihninden rakamları aynı olmayan 01-99 arasında bir sayı tutması istenir. Daha sonra, kullanıcıdan zihninde tuttuğu sayının rakamlarını büyükten küçüğe ve küçükten büyüğe sıralayıp, büyük sayıdan küçük sayıyı çıkarması ve çıkan sonuca da aynı sıralama ve çıkarma işlemini uygulaması istenir. Kullanıcı bulduğu sayının yanındaki şekle bakarak bunu zihninde tutar.

Bundan sonra kullanıcı “**BUL**” butonuna bastığında program dizi elemanlarına atadığı aynı şekli ekranda gösterecektir (Şekil 4). Sayıların yanındaki şekiller her yeni oyun başladığında rastgele olarak değişmektedir. Oyun programının kullanılması sırasında kullanıcının, ilköğretim matematik dersi konuları içerisinde yer alan, “Doğal Sayıların Basamakları”, “Doğal Sayıları Karşılaştırma” ve “Doğal Sayılarda Çıkarma İşlemi” konularında yer alan kavramları ve bunlara ilişkin uygulamaları tekrar etmesi sağlanacaktır. Zihin okuyucu oyun programı, öğrencilerin ilgili konuların anlaşılması ve öğrenilmesi sürecinde, öğrencilerin konuları eğlenceli bir şekilde tekrar etmelerini sağlayabilecek kullanışlı bir araç olarak düşünülmektedir.



Şekil 4. Zihin okuyucu oyun programı örnek sonuç ekran görüntüsü

8. KAPALI SAYILAR KÜTÜPHANESİ

Kapalı sayılar kütüphanesinin ana sayfasında kapalı sayılar ve diziler tanıtılmaktadır. Kapalı sayılar ve diziler sayfasında 110 basamağa kadar kapalı sayılar ve 60 basamağa kadar diziler bulunmaktadır. Ziyaretçiler bu sayıları sayfada yer alan ilgili tablodan kendi sistemlerine yükleyebilmektedirler. Oyun sayfasında “Zihin Okuyucu Oyun Programı” tanıtılmaktadır. Ziyaretçiler oyunu kendi sistemlerine yükleyebilmektedir. Kapalı Sayılar Kütüphanesi sayfasına “<http://bilprog.ege.edu.tr/~vsozeri/anasayfa.html>” adresinden erişilebilmektedir.



Şekil 5. Kapalı sayılar kütüphanesi ana sayfa ekran görüntüsü

9. SONUÇ

Matematik öğretiminde konu ve kavramlar birbirini takip eden süreçlerdir. Bundan dolayı devamlılık yani önceki öğrenilen bilgilerin zihinde canlı tutulması oldukça önemlidir. Konu ve kavramlardan biri veya bir kaçının eksikliği diğer bir konunun veya kavramın anlaşılmasını engellemektedir. Matematik öğrenmede, öğrenilip unutulmuş bilgiden çok öğrenilip ihtiyaç

halinde kullanılabilir bilgiye ihtiyaç vardır. Bundan dolayı, yaparak öğrenme öğrencinin bilgiye doğrudan kendisinin ulaşması olarak değerlendirilirse, bilgisayar oyunları bunun için uygun bir eğitim aracıdır (Çankaya & Karamete, 2008). Matematikte önemli konulardan biri olan doğal sayıların öğrenilmesinde, yeni bir konu olan kapalı sayılar ve dizilerin kullanılması öğrencilerin farklı bir konuya karşı daha fazla ilgi göstermeleri dolayısıyla motive edici olabilecektir. Bundan dolayı “sayıların basamakları”, “sayıların sıralanması” ve “çıkarma işlemlerinin” öğrenme sürecinde yeni bir şeylerin öğrenilmesinin vereceği motivasyona olumlu yönde katkı sağlayabilecektir. İleriye dönük olarak, Zihin okuyucu oyun programı eğitimi tamamlayıcı ve destekleyici bir aktivite olmak üzere farklı platformlara uyarlanabilir. Ayrıca, kapalı sayılar ve diziler konusunda araştırma ve çalışma yapan araştırmacılar için Kapalı Sayılar Kütüphanesi, önemli bir yardımcı kaynak olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Babayev, D.A., Nuriyev, U.G., & Sozeri, V. (4-7 July 2007). About number of Locked integers. *Mathematics Symposium*, Sakarya.
- [2] Bay, J. (2000). Bingo Games: Turning student intuitions into investigations in probability and number sense. *Mathematics Teacher*, 93(3).
- [3] Birgin, O., & Gürbüz, R.(2009).İlköğretim II. Kademe Öğrencilerinin Rasyonel Sayılar Konusundaki İşlemsel ve Kavramsal Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, XXII (2), 529-550.
- [4] Çankaya, S., & Karamete, A. (2008). Eğitsel Bilgisayar Oyunlarının Öğrencilerin Matematik Dersine ve Eğitsel Bilgisayar Oyunlarına Yönelik Tutumlarına Etkisi, Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4(2), 115-127
- [5] Deutsch, D., & Goldman, B., (November 2004). Kaprekar's Constant. *Mathematics Teacher* 98, 234-242.
- [6] Frederking, B. (2005) , Simulations and Student Learning. *Journal of Political Science Education*, 1, 385-393.
- [7] Gardner, M. (March 1975). Mathematical Games. *Scientific American* 232: 112 -116.
- [8] Jordan, J. H. (1964). Self-Producing Sequences of Digits. *Amer. Math. Montly* 71, 61-64.
- [9] Kaprekar, R. (1949). Another Solitaire Game. *Scripta Math.* 15, 244-245.
- [10] Kaprekar, R. (1955). An Interesting property of the number 6174. *Scripta Math.* 21, 304.
- [11] Kaprekar, R. The New Constant 6174. Devlali Camp, Devlali. India, 42 pages, paper bound.
- [12] Lewis, J. R., & Ellis, R. W., (2005). Investigations into Kaprekar Process. East Tennessee State University, Johnson City, ABD.
- [13] McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). Report on the educational use of games: An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the educational process. Cambridge, UK: TEEM.
- [14] McIntosh, A. (1992). A proposed framework for examining basic number sense, *For the Learning of Mathematics*, 12(3),2-8.
- [15] Ota, K. R., & DuPaul, G. J. (2002). Task engagement and mathematics performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder: Effects of supplemental computer instruction. *School Psychology Quarterly*, 17 (3), 242–257.
- [16] Polat, E., & Varol, A., (2012, Şubat). Eğitsel bilgisayar oyunlarının akademik başarıya etkisi: Sosyal bilgiler dersi örneği. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulan bildiri, Uşak Üniversitesi.
- [17] Prensky, M. (2001a). Digital Game-Based Learning. New York: McGraw-Hill.
- [18] Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzel, C.,D., & Whitehil, B., V., (1992). The Effectiveness of Games for Educational Purposes: A Review of Recent Research. *Simulation & Gaming*, vol 23, Issue 3.
- [19] Smith, E., & Boyer, M., (November 2004). Design in-class simulations. *PS: Political Science & Politics* 29: 690-694
- [20] Sözeri, V., (2012), Kapalı Sayılar ve Diziler Üzerine, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [21] Trigg, W. (1971). Kaprekar's Routine with Two-digit integers. *Fibonacci Quarterly* 9,2, 189-193.
- [22] Trigg, W. (October 1970). Predictive Indices for Kaprekar's Routine. *Journal of Recreational Mathematics* 3, 245-254.
- [23] Vogel, J. F., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34 (3), 229–243.

- [24] Yıldız S., & Turanlı N., (2010). Öğrenci Seçme Sınavına Hazırlanan Öğrencilerin Matematik Dersine Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı:30, 361-377.
- [25] Yiğit A., (2007). İlköğretim 2. Sınıf Seviyesinde Bilgisayar Destekli Eğitici Matematik Oyunlarının Başarıya ve Kalıcılığa Etkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana
- [26] Young, A. L. (1993). A Variation on the Two-Digit Kaprekar Routine. *Fibonacci Quarterly* 31, 138-145.

MİNERALOJİ, MADENCİLİK VE MADEN İŞLEME ALANINDAKİ TÜRKİYE ADRESLİ YAYINLARIN ANALİZİ

ANALYSIS OF PUBLICATIONS FROM TURKEY IN THE FIELD OF MINERALOGY, MINING & MINERAL PROCESSING

Ramazan GÖKBUNAR¹, Fırat TEKİN²

ÖZET

Araştırma kalitesini ölçmede Web of Science verilerine dayanılarak oluşturulan bilimsel yayınlardaki performansı esas alan InCites, önemli bir veri tabanıdır. InCites’den elde edilen verilerin analiz edildiği bu çalışmada amaç, Web of Science kapsamında yer alan Türkiye adresli “mineraloji, madencilik ve maden işleme” alanıyla ilgili yayınların çeşitli açılardan incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: WOS, InCites, *Fen Bilimleri* Atıf İndeksi (SCI), Mineraloji, Madencilik ve Maden İşleme

ABSTRACT

InCites, which predicates research quality measurement on performance of scientific publications that are based on Web of Science data, is an important database. The aim of this study, which analyzes the data retrieved from InCites, is to examine Mineralogy, Mining & Mineral Processing related publications that are described in classification of sciences in publications from Turkey in within the scope of Web of Science.

Keywords: WOS, InCites, Science Citation Index (SCI), Mineralogy, Mining & Mineral Processing

1. GİRİŞ

Akademik nitelikteki yayınların değerlendirilmesinde bibliyometrik analizlerde en yaygın kullanılan uluslararası atıf indeksleri; Fen Bilimleri Atıf İndeksi (Science Citation Index-SCI), Sosyal Bilimler Atıf İndeksi (Social Science Citation Index-SSCI) ile Sanat ve Beşeri Bilimler Atıf İndeksi’dir (Arts & Humanities Citation Index-AHCI).

Bilimsel yayınların akademik araştırma kalitesinin ölçülmesine yönelik gerçekleştirilen uygulamaların başında Web of Science (WOS) verilerine dayanılarak oluşturulan bilimsel yayınlardaki performansı temel alan InCites veri tabanı gelmektedir.

Bu çalışmada, InCites’den elde edilen veriler analiz edilmiş ve WOS:251 bilim alanı kapsamında yer alan Türkiye adresli “Mineraloji, Madencilik ve Maden İşleme” alanıyla ilgili yayınlar çeşitli açılardan incelenmiştir.

¹ Prof. Dr., Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, ramazan.gokbunar@cbu.edu.tr

² Öğr. Grv., Celal Bayar Üniversitesi, Soma MYO, Soma, Manisa, firat.tekin@cbu.edu.tr

2. MİNERALOJİ ALANINDA BAŞLICA ÜLKELERDE YAPILAN YAYINLAR (1981-2014)

Tablo 1: Dünyada Mineraloji Alanında Yapılan Yayınlar (1981-2014)

Ülkeler	Yayın Sayıları	Atıf Sayıları	Atıf Alan Yayınların %	Ülkedeki Mineraloji Alanındaki Yayınların Dünyadaki Mineraloji Alanındaki Yayınlarla %	Mineraloji Alanındaki Yayınların Ülkedeki Toplam Yayınlarla %
USA	12.943	358.824	91,42	24,22	0,14
GERMANY (FED REP GER)	5.812	117.520	91,93	10,88	0,27
CANADA	5.346	104.396	91,08	10,00	0,41
UNITED KINGDOM	5.300	111.091	92,19	9,92	0,22
AUSTRALIA	4.541	104.369	91,08	8,50	0,56
FRANCE	4.305	93.519	93,24	8,06	0,27
ITALY	3.885	55.849	90,35	7,27	0,36
JAPAN	3.166	50.377	88,95	5,92	0,15
SPAIN	1.652	23.332	89,41	3,09	0,21
SWITZERLAND	1.501	33.661	92,67	2,81	0,31
AUSTRIA	1.323	16.661	91,23	2,48	0,55
POLAND	1.029	6.834	67,64	1,93	0,27
SWEDEN	891	12.772	89,79	1,67	0,18
TURKEY	723	8.572	85,62	1,35	0,25
DENMARK	692	11.073	93,35	1,29	0,26
BELGIUM	642	9.319	89,88	1,20	0,18
NORWAY	595	12.374	92,94	1,11	0,31
NETHERLANDS	591	10.831	92,55	1,11	0,09
CZECH REPUBLIC	520	5.791	86,15	0,97	0,37
GREECE	457	5.228	86,65	0,86	0,26
FINLAND	405	5.439	88,40	0,76	0,18
NEW ZEALAND	388	7.445	92,27	0,73	0,25
SOUTH KOREA	363	3.515	83,75	0,68	0,06
CHILE	353	3.821	85,84	0,66	0,42
ISRAEL	292	7.505	93,15	0,55	0,09
HUNGARY	289	4.429	89,97	0,54	0,21
SLOVAKIA	281	4.228	87,90	0,53	0,53
PORTUGAL	251	2.800	85,26	0,47	0,18
MEXICO	213	2.551	87,32	0,40	0,13
IRELAND	150	2.028	90,00	0,28	0,14
ICELAND	60	850	80,00	0,11	0,48
SLOVENIA	36	207	83,33	0,07	0,07
ESTONIA	18	207	77,78	0,03	0,09
LUXEMBOURG	6	31	50,00	0,01	0,09

--OECD	42.782	853.986	90,13	80,05	0,20
--WORLD	53.441	969.889	88,24	100,00	0,19

KAYNAK: WOS-InCites

Mineraloji alanındaki yayınların büyük bir bölümü % 90'ı OECD ülkelerinde yapılmıştır.

Tablo 2: Türkiye Adresli Mineraloji Alanında Yapılan Yayınlar (1981-2014)

Kurumlar	Atıf Sayıları	Yayın Sayıları	h-index	Yayımların Yüzdeleri Dilimi
ISTANBUL TEKNİK UNIV	2.857	161	21	48,46
HACETTEPE UNIV	804	93	17	52,93
KARADENİZ TEKNİK UNIV	1.199	80	20	35,88
ORTA DOĞU TEKNİK UNIV	769	77	14	48,53
DOKUZ EYLUL UNIV	781	66	15	46,73
ESKİSEHİR OSMANGAZI UNIV	477	52	12	55,55
CUMHURİYET UNIV	453	43	14	46,39
SULEYMAN DEMİREL UNIV	539	43	15	32,65
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI	408	35	12	48,28
DUMLUPINAR UNIV	207	33	10	51,48
ISTANBUL UNIV	266	28	10	46,69
ANKARA UNIV	449	28	13	42,78
OZEL SEKTÖR	151	27	7	55,05
SELCUK UNIV	168	25	8	51,98
NİĞDE UNIV	343	23	10	55,43
ATATURK UNIV	221	22	9	45,13
GUMUSHANE UNIV	256	22	8	37,80
CUKUROVA UNIV	144	17	6	64,55
İNÖNÜ UNIV	232	15	7	34,92
GAZİ UNIV	151	14	8	45,47
İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTUSU	326	13	7	38,86
EGE UNIV	192	13	7	42,72
BALIKESİR UNIV	105	13	6	58,17
TUBİTAK	50	11	4	43,29
KOCAELİ UNIV	174	11	5	36,17
AFYON KOCATEPE UNIV	87	10	5	55,51
MUĞLA SITKI KOCMAN UNIV	39	10	4	42,55
MERSİN UNIV	60	9	4	67,84

ANADOLU UNIV	114	8	6	41,61
UNIV POTSDAM	321	8	7	23,41
MARMARA UNIV	178	8	4	53,61
YUZUNCU YIL UNIV	52	8	5	38,93
CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIV	57	7	3	43,15
UNIV CAPE TOWN	63	7	5	48,83
UNIV NEVADA	93	6	5	39,09
UNIV LEEDS	206	6	4	48,17
CELAL BAYAR UNIV	124	6	5	35,00
FIRAT UNIV	65	5	2	50,18
ONDOKUZ MAYIS UNIV	22	5	2	74,77

KAYNAK: WOS-InCites

Türkiye adresli Mineraloji alanında en çok yayın İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yapılmıştır.

Tablo 3: Türkiye Adresli Mineraloji Alanındaki Yayınların Uluslararası İşbirliği İle Yapıldığı Ülkeler (1981-2014)

Ülkeler	Atıf Sayıları	Yayın Sayıları	h-index	Yayınlarn Yüzdalik Dilimi
USA	<u>797</u>	<u>65</u>	<u>16</u>	<u>40,91</u>
GERMANY (FED REP GER)	<u>1.167</u>	<u>55</u>	<u>21</u>	<u>34,46</u>
ENGLAND	<u>1.081</u>	<u>40</u>	<u>14</u>	<u>39,39</u>
AUSTRALIA	<u>122</u>	<u>17</u>	<u>7</u>	<u>44,51</u>
FRANCE	<u>428</u>	<u>13</u>	<u>10</u>	<u>27,58</u>
CHINA MAINLAND	<u>1.185</u>	<u>12</u>	<u>10</u>	<u>12,50</u>
ITALY	<u>224</u>	<u>11</u>	<u>8</u>	<u>24,29</u>
CANADA	<u>41</u>	<u>11</u>	<u>4</u>	<u>44,08</u>
AUSTRIA	<u>189</u>	<u>9</u>	<u>6</u>	<u>20,38</u>
JAPAN	<u>86</u>	<u>9</u>	<u>5</u>	<u>48,95</u>
SOUTH AFRICA	<u>68</u>	<u>8</u>	<u>5</u>	<u>47,92</u>
SWITZERLAND	<u>117</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>34,09</u>
NORWAY	<u>177</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>23,62</u>
NETHERLANDS	<u>151</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>16,61</u>
RUSSIA	<u>24</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>58,71</u>
SLOVAKIA	<u>34</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>59,17</u>
IRAN	<u>21</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>52,52</u>
SPAIN	<u>29</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>42,11</u>
WALES	<u>139</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>26,08</u>
ROMANIA	<u>30</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>15,34</u>
SAUDI ARABIA	<u>12</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>54,42</u>
ISRAEL	<u>80</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>17,70</u>
SCOTLAND	<u>21</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>32,21</u>
SOUTH KOREA	<u>20</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>7,16</u>

NEW ZEALAND	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>77,44</u>
POLAND	<u>32</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>19,38</u>
GREECE	<u>27</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>10,87</u>
DENMARK	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>75,77</u>
ARGENTINA	<u>7</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>46,98</u>
TAIWAN	<u>28</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>3,88</u>
SWEDEN	<u>18</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>22,63</u>
HUNGARY	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>53,98</u>
SERBIA	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>60,88</u>
PORTUGAL	<u>19</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>9,76</u>
MEXICO	<u>6</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>64,57</u>
UZBEKISTAN	<u>8</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>24,30</u>

KAYNAK: WOS-InCites

Türkiye adresli mineraloji alanında yayınların yaklaşık % 31'i uluslararası işbirliği ile yabancı akademisyenlerle yapılmıştır.

Tablo 4: Türkiye Adresli Mineraloji Alanında Yapılan Yayınların Yeraldığı Dergiler (1981-2014)

Dergiler	Atıf Sayıları	Yayın Sayıları	h-index	Yayınlarm Yüzdilik Dilimi
MINERALS ENGINEERING	<u>1.676</u>	<u>167</u>	<u>19</u>	<u>42,89</u>
APPLIED CLAY SCIENCE	<u>1.412</u>	<u>105</u>	<u>20</u>	<u>42,95</u>
INTERNATIONAL JOURNAL OF MINERAL PROCESSING	<u>1.362</u>	<u>104</u>	<u>20</u>	<u>38,79</u>
LITHOS	<u>1.592</u>	<u>63</u>	<u>23</u>	<u>20,43</u>
CLAYS AND CLAY MINERALS	<u>632</u>	<u>58</u>	<u>14</u>	<u>60,04</u>
CLAY MINERALS	<u>303</u>	<u>40</u>	<u>11</u>	<u>67,79</u>
PROGRESS IN MINERAL PROCESSING TECHNOLOGY	<u>33</u>	<u>39</u>	<u>3</u>	
ORE GEOLOGY REVIEWS	<u>185</u>	<u>30</u>	<u>9</u>	<u>39,83</u>
NEUES JAHRBUCH FÜR MINERALOGIE-ABHANDLUNGEN	<u>103</u>	<u>30</u>	<u>5</u>	<u>76,72</u>
TRANSACTIONS OF THE INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY SECTION C-MINERAL PROCESSING AND EXTRACTIVE METALLURGY	<u>28</u>	<u>27</u>	<u>3</u>	<u>85,81</u>
CONTRIBUTIONS TO MINERALOGY AND PETROLOGY	<u>612</u>	<u>19</u>	<u>11</u>	<u>29,26</u>
MINERALOGY AND PETROLOGY	<u>190</u>	<u>18</u>	<u>8</u>	<u>40,68</u>

TMS 2009 138TH ANNUAL MEETING & EXHIBITION - SUPPLEMENTAL PROCEEDINGS, VOL 3: GENERAL PAPER SELECTIONS	<u>2</u>	<u>15</u>	<u>1</u>	
MINERALIUM DEPOSITA	<u>138</u>	<u>13</u>	<u>7</u>	<u>60,59</u>
JOM	<u>14</u>	<u>12</u>	<u>2</u>	<u>70,73</u>
CANADIAN MINERALOGIST	<u>136</u>	<u>11</u>	<u>7</u>	<u>53,95</u>
MINERALOGICAL MAGAZINE	<u>196</u>	<u>10</u>	<u>8</u>	<u>50,15</u>
MINERAL EXPLORATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, VOLS 1 AND 2	<u>42</u>	<u>9</u>	<u>2</u>	
MINERAL DEPOSITS: PROCESSES TO PROCESSING, VOLS 1 AND 2	<u>11</u>	<u>8</u>	<u>2</u>	
NEUES JAHRBUCH FÜR MINERALOGIE-MONATSHEFTE	<u>20</u>	<u>7</u>	<u>3</u>	<u>86,55</u>
AMERICAN MINERALOGIST	<u>83</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>40,05</u>
RESOURCE GEOLOGY	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>87,44</u>
GOSPODARKA SUROWCAMI MINERALNYMI-MINERAL RESOURCES MANAGEMENT	<u>12</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>69,05</u>
EPD CONGRESS 2009, PROCEEDINGS	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>1</u>	
EUROPEAN JOURNAL OF MINERALOGY	<u>670</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>31,82</u>

KAYNAK: WOS-InCites

Türkiye adresli mineraloji alanında en çok yayın MINERALS ENGINEERING dergisinde yapılmıştır.

3. MADENCİLİK VE MADEN İŞLEME ALANINDA BAŞLICA ÜLKELERDE YAPILAN YAYINLAR (1981-2014)

Tablo 5: Dünyada Madencilik ve Maden İşleme Alanında Yapılan Yayınlar (1981-2014)

Ülkeler	Yayın Sayıları	Atıf Sayıları	Atıf Alan Yayınların %	Ülkedeki Madencilik ve Maden İşleme Alanındaki Yayınların Dünyadaki Mad. Ve Mad. İşleme Alanındaki Yayınlara %	Madencilik ve Maden İşleme Alanındaki Yayınların Ülkedeki Toplam Yayınlara %
USA	11.255	124.253	76,68	22,27	0,12
JAPAN	5.273	54.453	88,83	10,44	0,26

CANADA	4.817	36.555	63,84	9,53	0,37
GERMANY (FED REP GER)	3.936	53.544	89,15	7,79	0,18
UNITED KINGDOM	3.114	33.442	81,44	6,16	0,13
FRANCE	2.550	29.335	83,45	5,05	0,16
AUSTRALIA	2.529	27.340	81,93	5,01	0,31
POLAND	1.459	3.311	55,04	2,89	0,39
TURKEY	951	6.052	70,77	1,88	0,32
ITALY	927	8.721	85,98	1,83	0,09
SWEDEN	864	10.431	85,53	1,71	0,17
SOUTH KOREA	805	5.743	77,14	1,59	0,14
SPAIN	728	7.142	83,65	1,44	0,09
SWITZERLAND	669	8.365	89,84	1,32	0,14
NETHERLANDS	548	6.066	88,50	1,08	0,08
BELGIUM	525	6.072	85,90	1,04	0,15
CZECH REPUBLIC	521	2.246	64,88	1,03	0,37
FINLAND	407	3.670	82,06	0,81	0,18
SLOVAKIA	393	927	49,87	0,78	0,75
CHILE	330	1.930	73,33	0,65	0,39
GREECE	251	2.780	87,65	0,50	0,14
AUSTRIA	240	2.952	81,67	0,47	0,10
DENMARK	227	4.335	90,31	0,45	0,08
NORWAY	227	2.183	81,50	0,45	0,12
MEXICO	212	1.259	79,25	0,42	0,13
PORTUGAL	188	1.359	75,00	0,37	0,14
ISRAEL	150	1.591	85,33	0,30	0,05
NEW ZEALAND	112	1.045	84,82	0,22	0,07
HUNGARY	104	619	75,96	0,21	0,07
IRELAND	56	217	69,64	0,11	0,05
SLOVENIA	50	216	70,00	0,10	0,10
ESTONIA	15	92	66,67	0,03	0,08
LUXEMBOURG	8	79	87,50	0,02	0,12
ICELAND	4	10	50,00	0,01	0,03
--WORLD	50.528	397.534	72,13	100,00	0,18
--OECD	35.551	330.367	77,03	70,36	0,17

KAYNAK: WOS-InCites

Madencilik ve maden işleme alanındaki yayınların büyük bir bölümü % 72'si OECD ülkelerinde yapılmıştır.

Tablo 6: Türkiye Adresli Madencilik ve Maden İşleme Alanında Yayınlar (1981-2014)

Kurumlar	Atıf Sayıları	Yayın Sayıları	h-index	Yayınlara Yüzdalık Dilimi
ISTANBUL TEKNİK UNIV	<u>883</u>	<u>199</u>	<u>14</u>	<u>53,89</u>
HACETTEPE UNIV	<u>1.115</u>	<u>159</u>	<u>18</u>	<u>56,67</u>

DOKUZ EYLUL UNIV	<u>385</u>	<u>120</u>	<u>12</u>	<u>68,98</u>
ORTA DOGU TEKNİK UNIV	<u>470</u>	<u>118</u>	<u>11</u>	<u>56,28</u>
SELCUK UNIV	<u>95</u>	<u>98</u>	<u>6</u>	<u>61,96</u>
ESKISEHIR OSMANGAZI UNIV	<u>457</u>	<u>85</u>	<u>12</u>	<u>52,00</u>
CUMHURİYET UNIV	<u>350</u>	<u>79</u>	<u>10</u>	<u>59,43</u>
SULEYMAN DEMIREL UNIV	<u>764</u>	<u>79</u>	<u>17</u>	<u>41,94</u>
ISTANBUL UNIV	<u>235</u>	<u>73</u>	<u>10</u>	<u>59,25</u>
DUMLUPINAR UNIV	<u>243</u>	<u>62</u>	<u>9</u>	<u>59,74</u>
OZEL SEKTOR	<u>114</u>	<u>60</u>	<u>6</u>	<u>70,88</u>
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI	<u>484</u>	<u>60</u>	<u>11</u>	<u>51,66</u>
KARADENİZ TEKNİK UNIV	<u>352</u>	<u>54</u>	<u>11</u>	<u>43,70</u>
CUKUROVA UNIV	<u>256</u>	<u>38</u>	<u>8</u>	<u>62,20</u>
INONU UNIV	<u>237</u>	<u>37</u>	<u>7</u>	<u>55,55</u>
NIGDE UNIV	<u>483</u>	<u>35</u>	<u>13</u>	<u>31,65</u>
BULENT ECEVİT UNIV	<u>215</u>	<u>27</u>	<u>5</u>	<u>47,84</u>
ANKARA UNIV	<u>109</u>	<u>23</u>	<u>6</u>	<u>52,94</u>
ATATURK UNIV	<u>183</u>	<u>23</u>	<u>8</u>	<u>53,02</u>
YILDIZ TEKNİK UNIV	<u>34</u>	<u>23</u>	<u>4</u>	<u>73,87</u>
TUBİTAK	<u>32</u>	<u>21</u>	<u>3</u>	<u>77,22</u>
KOCAELİ UNIV	<u>86</u>	<u>17</u>	<u>6</u>	<u>38,28</u>
MUGLA SITKI KOÇMAN UNIV	<u>58</u>	<u>16</u>	<u>4</u>	<u>55,74</u>
ANADOLU UNIV	<u>86</u>	<u>15</u>	<u>5</u>	<u>48,69</u>
BALIKESİR UNIV	<u>35</u>	<u>14</u>	<u>4</u>	<u>68,99</u>
EGE UNIV	<u>144</u>	<u>13</u>	<u>6</u>	<u>33,19</u>
DİCLE UNIV	<u>8</u>	<u>12</u>	<u>2</u>	<u>85,03</u>
BEYKENT UNIV	<u>0</u>	<u>12</u>	<u>0</u>	
YUZUNCU YIL UNIV	<u>44</u>	<u>11</u>	<u>4</u>	<u>62,38</u>
CELAL BAYAR UNIV	<u>14</u>	<u>11</u>	<u>2</u>	<u>76,80</u>
AKDENİZ UNIV	<u>0</u>	<u>10</u>	<u>0</u>	
AFYON KOCATEPE UNIV	<u>49</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>45,20</u>
CANAKKALE ONSEKİZ MART UNIV	<u>61</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>46,51</u>
AKSARAY UNIV	<u>29</u>	<u>8</u>	<u>3</u>	<u>44,89</u>
ATILIM UNIV	<u>8</u>	<u>8</u>	<u>2</u>	<u>84,56</u>
ONDOKUZ MAYIS UNIV	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>1</u>	<u>97,17</u>
GAZİ UNIV	<u>19</u>	<u>8</u>	<u>3</u>	<u>62,69</u>
MARMARA UNIV	<u>169</u>	<u>7</u>	<u>3</u>	<u>52,38</u>
KIRIKKALE UNIV	<u>118</u>	<u>7</u>	<u>4</u>	<u>45,21</u>
MERSİN UNIV	<u>10</u>	<u>6</u>	<u>2</u>	<u>77,90</u>
SAKARYA UNIV	<u>35</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>50,47</u>

KAYNAK: WOS-InCites

Türkiye adresli Mineraloji alanında en çok yayın İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yapılmıştır.

Tablo 7: Türkiye Adresli Madencilik ve Maden İşleme Alanında Yapılan Uluslararası İşbirliği İle Yapılan Yayınlar (1981-2014)

	Atıf Sayıları	Yayın Sayıları	h-index	Yüzdelik Dilimi
USA	<u>495</u>	<u>51</u>	<u>12</u>	<u>53,94</u>
ENGLAND	<u>258</u>	<u>24</u>	<u>7</u>	<u>56,37</u>
GERMANY (FED REP GER)	<u>152</u>	<u>22</u>	<u>6</u>	<u>49,15</u>
CANADA	<u>54</u>	<u>17</u>	<u>5</u>	<u>53,06</u>
AUSTRALIA	<u>72</u>	<u>16</u>	<u>5</u>	<u>61,13</u>
IRAN	<u>31</u>	<u>11</u>	<u>4</u>	<u>66,59</u>
SOUTH AFRICA	<u>76</u>	<u>10</u>	<u>6</u>	<u>51,84</u>
ITALY	<u>88</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>57,73</u>
SLOVAKIA	<u>39</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>52,75</u>
SAUDI ARABIA	<u>67</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>38,24</u>
EGYPT	<u>15</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>48,96</u>
CHINA MAINLAND	<u>14</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>36,18</u>
SWEDEN	<u>22</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>52,30</u>
POLAND	<u>15</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>32,98</u>
WALES	<u>11</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>39,35</u>
NORWAY	<u>17</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>56,19</u>
RUSSIA	<u>40</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>52,12</u>
SOUTH KOREA	<u>7</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>37,94</u>
NETHERLANDS	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>62,22</u>
GREECE	<u>16</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>20,37</u>
SWITZERLAND	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>71,58</u>
SCOTLAND	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>49,29</u>
INDIA	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>57,10</u>
HUNGARY	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>65,60</u>
DENMARK	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>62,34</u>
CZECH REPUBLIC	<u>5</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>27,08</u>
CROATIA	<u>40</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>4,23</u>
BOSNIA & HERZEGOVINA	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>34,38</u>
BAHRAIN	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>100,00</u>
AZERBAIJAN	<u>7</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>48,73</u>
AUSTRIA	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>44,57</u>

KAYNAK: WOS-InCites

Türkiye adresli Madencilik ve Maden İşleme alanında yayınların yaklaşık % 18'i uluslararası işbirliği ile yabancı akademisyenlerle yapılmıştır. Bu alanda en çok yayının İstanbul Teknik Üniversitesi adresli yayınlar olduğu görülmektedir.

Tablo 8: Türkiye Adresli Madencilik ve Maden İşleme Alanında Yayınların Yeraldığı Dergiler (1981-2014)

Dergiler	Atıf Sayıları	Yayın Sayıları	h-index	Yayınlarnın Yüzdclik Dilimi
MINERALS ENGINEERING	<u>1.676</u>	<u>167</u>	<u>19</u>	<u>42,89</u>
INTERNATIONAL JOURNAL OF ROCK MECHANICS AND MINING SCIENCES	<u>2.175</u>	<u>143</u>	<u>27</u>	<u>35,04</u>
INTERNATIONAL JOURNAL OF MINERAL PROCESSING	<u>1.362</u>	<u>104</u>	<u>20</u>	<u>38,79</u>
PHYSICOCHEMICAL PROBLEMS OF MINERAL PROCESSING	<u>66</u>	<u>60</u>	<u>4</u>	<u>74,76</u>
CHANGING SCOPES IN MINERAL PROCESSING	<u>56</u>	<u>54</u>	<u>4</u>	-
MINERAL PROCESSING ON THE VERGE OF THE 21ST CENTURY	<u>23</u>	<u>53</u>	<u>2</u>	-
10TH INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC GEOCONFERENCE: SGEM 2010, VOL II	<u>4</u>	<u>51</u>	<u>1</u>	-
JOURNAL OF APPLIED GEOPHYSICS	<u>257</u>	<u>51</u>	<u>8</u>	<u>47,35</u>
JOURNAL OF THE SOUTH AFRICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY	<u>248</u>	<u>48</u>	<u>10</u>	<u>63,24</u>
JOURNAL OF NUCLEAR MATERIALS	<u>351</u>	<u>44</u>	<u>9</u>	<u>45,27</u>
PROCEEDINGS OF THE SEVENTEENTH INTERNATIONAL MINING CONGRESS AND EXHIBITION OF TURKEY	<u>6</u>	<u>38</u>	<u>1</u>	-
SGEM 2009: 9TH INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC GEOCONFERENCE, VOL I, CONFERENCE PROCEEDING	<u>3</u>	<u>38</u>	<u>1</u>	-
SGEM 2008: 8TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, VOL I, CONFERENCE PROCEEDINGS	<u>6</u>	<u>37</u>	<u>2</u>	-
MINERALS & METALLURGICAL PROCESSING	<u>75</u>	<u>34</u>	<u>5</u>	<u>74,64</u>
ORE GEOLOGY REVIEWS	<u>185</u>	<u>30</u>	<u>9</u>	<u>39,83</u>
TRANSACTIONS OF THE INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY SECTION C-MINERAL PROCESSING AND EXTRACTIVE METALLURGY	<u>28</u>	<u>27</u>	<u>3</u>	<u>85,81</u>
PROCEEDINGS OF THE 20TH INTERNATIONAL MINING CONGRESS AND EXHIBITION OF TURKEY, NO 132	<u>1</u>	<u>26</u>	<u>1</u>	-
MINERAL PROCESSING AND EXTRACTIVE METALLURGY REVIEW	<u>51</u>	<u>26</u>	<u>4</u>	<u>70,54</u>

12th International Multidisciplinary Scientific Geoconference, SGEM 2012, Vol. I	<u>1</u>	<u>26</u>	<u>1</u>	-
JOURNAL OF MINING SCIENCE	<u>36</u>	<u>25</u>	<u>4</u>	<u>87,35</u>
INTERNATIONAL JOURNAL OF MINERALS METALLURGY AND MATERIALS	<u>45</u>	<u>24</u>	<u>4</u>	<u>68,88</u>
CIM BULLETIN	<u>16</u>	<u>23</u>	<u>2</u>	<u>87,26</u>
SGEM 2008: 8TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, VOL II, CONFERENCE PROCEEDINGS	0	<u>22</u>	0	-
MINE PLANNING AND EQUIPMENT SELECTION 2000	<u>8</u>	<u>21</u>	<u>2</u>	-
TRANSACTIONS OF THE INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY SECTION A-MINING INDUSTRY	<u>18</u>	<u>20</u>	<u>2</u>	<u>86,23</u>

KAYNAK: WOS-InCites

Türkiye adresli Madencilik ve Maden İşleme alanında en çok yayın MINERALS ENGINEERING dergisinde yapılmıştır.

6. SONUÇ

Dünyada “Mineraloji, Madencilik ve Maden İşleme” alanında Türkiye adresli yayınların görünürlüğünü artırılabilmesi için öneriler şunlardır:

- SSCI, Scopus başta olmak üzere alan indekslerinde taranan dergi sayılarının artırılması,
- Özgün araştırma makalelerinin mutlaka İngilizce de yazılıp yayınlanması,
- TÜBİTAK-ULAKBİM Türkiye Atıf İndeksi'nin çok kısa zamanda tamamlanması,
- YÖK'ün Kurumsal Akademik Açık Erişim Sistemine v.b. elektronik ortamlara özgün yayınların tümünün yüklenmesi.

KAYNAKÇA

[1] INCites, <http://incites.isiknowledge.com/>

CIVATA VE SOMUNLARIN ÇEŞİTLERİ VE ÜRETİMİ

Deniz ÇOBAN¹, Bekir Sadık ÜNLÜ²

ÖZET

Cıvata ve somunlar sökülebilir bağlantı elemanı olarak sanayide yaygın olarak kullanılır. Standartlara göre birçok çeşitleri bulunmaktadır. Normal üretimin yanında, özel üretimi olan birçok cıvata ve somun vardır. Bu çalışmada; en çok kullanılan cıvata ve somunların çeşitleri ve üretimi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cıvata, Somun, Bağlantı elemanları.

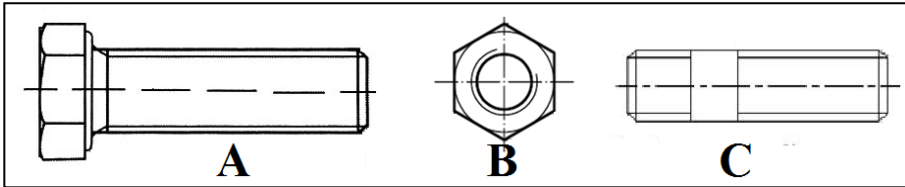
ABSTRACT

Bolts and nuts are widely used disassemble as fasteners in industry. They have standards which contains many kinds of bolts and nuts. In addition to normal production, there are a lot of bolts and nuts that have special production. In this study; varieties and production of which is mostly used bolts and nuts were examined.

Keywords: Bolt, Nut, Fasteners.

1. GİRİŞ

Cıvata bağlantıları teknikte en çok kullanılan çözülebilen bağlantılardır. Cıvatalar çelik konstrüksiyonlar, makine montajları, boru flanşları, yatakların ve makinelerin yere montajları gibi birçok yerde bağlantı elemanı olarak kullanılmaktadır. Bağlantı elemanı olarak üç farklı şekilde kullanılırlar; bunlar somunlu, somunsuz cıvata ve saplamadır (Şekil 1). Cıvataların montajları ve sökme işlemleri anahtar veya tornavida denilen takımlar yardımıyla yapılırlar.



Şekil 1. A) cıvata, B) somun, C) saplama.

1990'lı yıllardan itibaren cıvata ve somun şekillendirmede kullanılan soğuk şekillendirme yöntemi ile ilgili birçok iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu yöntemlerden biride Türkçeye sayısal benzetim yöntemi olarak da çevrilebilen simülasyon tekniğidir. Bu teknikler sayesinde soğuk şekillendirmede kullanılan kalıp ömürleri, punch ömürleri gibi ömür analizleri, cıvata ve somunların şekillendirilebilirlikleri incelenebilmektedir. Ahn. S.H. ve arkadaşlarının yaptığı

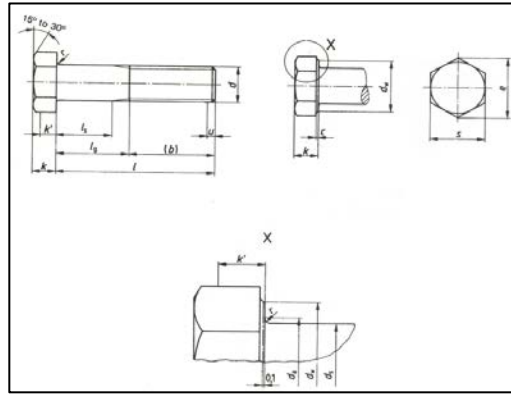
¹ Arş. Gör. Deniz ÇOBAN, C.B.Ü. Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, 45400, Turgutlu, MANİSA, deniz.coban@cbu.edu.tr

² Doç. Dr. Bekir Sadık ÜNLÜ, C.B.Ü. Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, 45400, Turgutlu, MANİSA, bekir.unlu@cbu.edu.tr

çalışmada aksel simetrik kalıp modellerinde kullanılan ekstrüzyon işleminde kullanılan kalıpların ömür tahmini ve hasar boyutlarının incelenmesi araştırılmıştır [1]. Skov-Hansen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise kalıpların analizinde sonlu elemanlar modeline ön gerilme koşulunu ve sıkı geçme analizini eklemiştir [2]. Fu ve arkadaşlarının çalışmasında da sonlu elemanlar yöntemi kullanarak, gerilme kaynaklı ve yorulma ömür tahminleri yapılmış, bu doğrultuda gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmiştir [3]. Soğuk şekillendirme ile üretimde kullanılan simülasyon yöntemleri ile malzemede bölgesel olarak yaklaşık sertlik tahminleri yapılmaktadır. Tabor 2000 yılında yayınladığı kitabında, malzemenin herhangi bir noktasındaki sertlik değeri, malzemeye ait o noktadaki akma gerilmesi değerinin 0.295'e bölümüne eşittir [4]. Tekkaya ve Lange yaptıkları çalışmada ise bir noktadaki sertlik değerinin o noktadaki gerilme değerinin 0.112 fazlasına karşılık gelen akma gerilmesinin 0.25229 ile çarpılmasına eş değer bulmuşlardır [5].

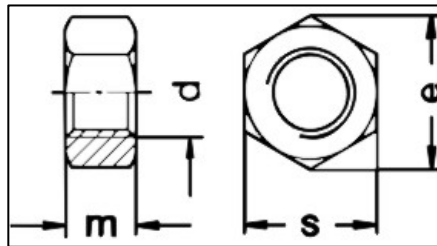
2. CİVATA VE SOMUNLAR

Silindirik çubuk şeklindeki parçaların dış kısmına helisel şekilde kanallar açıldığında bu parçalar civata olarak adlandırılır.

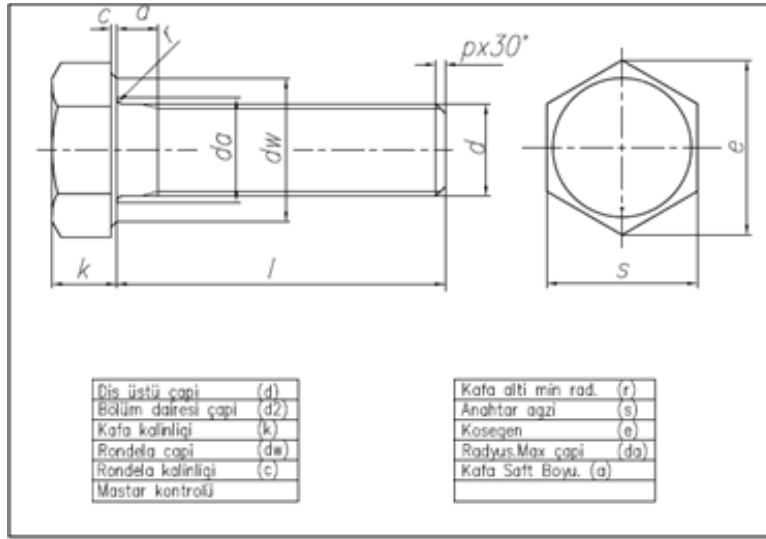


Şekil 2. DIN 931 standart civata teknik resmi [6].

Şekil 2' de verilen teknik resim DIN 931 yarım paso altı köşe başlı civata teknik resmine aittir. Bu resimde verilen "l" ölçüsü civata boyunu belirtirken "b" ölçüsü paso boyunu yani diş çekilmiş uzunluğunu vermektedir. "u" ölçüsü uç kısımdaki tamamlanmamış diş boyunu belirtir. "l_s" shaft boyunu, "l_g" kafa altından oluşan ilk dişe olan mesafeyi belirtir. Standartlarda l_s ölçüsü minimum sınırdaki l_g ölçüsü ise maksimum sınırdaki verilerek toleranslar sağlanmış olur. "k" ölçüsü kafa yüksekliğini belirtir, "k" ölçüsü ise aktif anahtar tutma yüksekliğini verir.



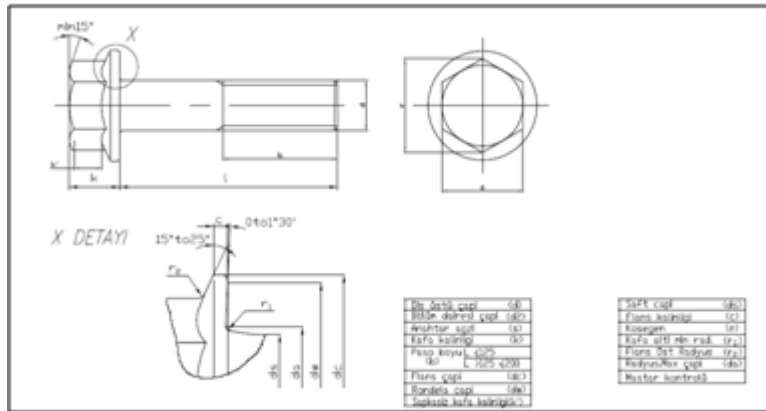
Şekil 3. DIN 934 standart somun teknik resmi [6].



Şekil 5. DIN 931 standart cıvata teknik resmi [6].

2.3.2. DIN 6921 Altıköşe Başlı Flanşlı Standart Cıvata

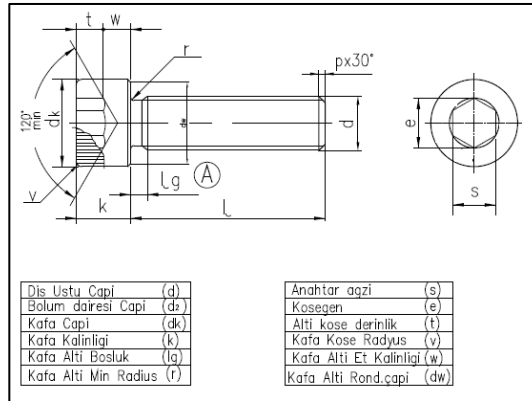
Flanşlı altıköşe başlı cıvatalar ise üretim açısından altıköşe başlı cıvatalara oranla biraz daha farklı olmakla birlikte flanşları sayesinde kafa oturma alanları daha fazladır, rondela kullanıma gerek kalmamaktadır. Standart cıvata teknik resmi Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. DIN 6921 standart cıvata teknik resmi [6].

2.3.3. DIN 912 İmbus Standart Cıvata

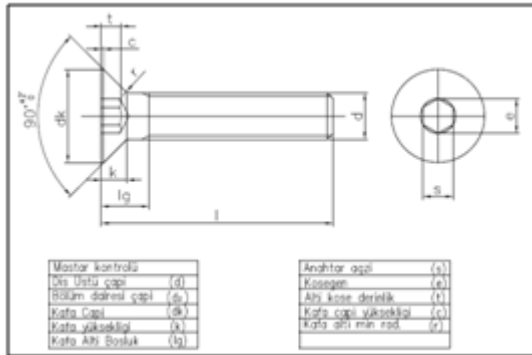
İmbus cıvatalarda anahtar ağız DIN 931 ve DIN 6921 gibi dışta değil iç kısımda soket şeklindedir (Şekil 7). Bu sayede dar alanda montaj kolaylığı sağlanır. Alyan anahtar adı verilen aletler ile montajı ve demontajı sağlanır.



Şekil 7. DIN 912 standart cıvata teknik resmi [6].

2.3.4. DIN 7991 Havşa başlı Standart Cıvata

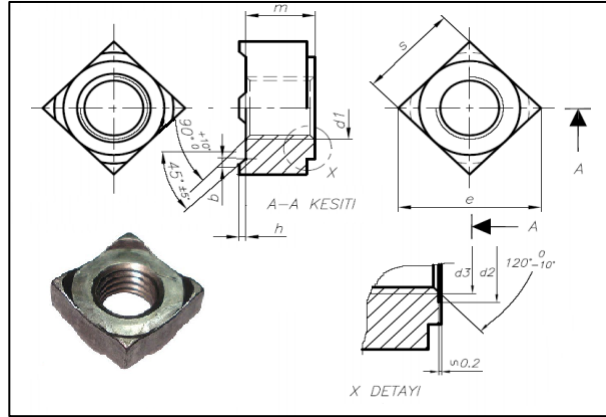
DIN 7991 standart havşa başlı cıvatalar, DIN 912 imbus cıvatalar gibi soketlidir. Bu cıvataları diğerlerinden ayıran farklılık montajları yapıldığında parça üstünde çıkıntı cıvata başı olmaz, kafaları parçaya gömülüdür. (Şekil 8). Parça üzerinde çıkıntı istenmeyip, düz bir yüzeye ihtiyaç varsa bu cıvatalar tercih edilir. Bu cıvataların montajının yapılacağı parçada cıvata başının oturacağı kanal açılması gerekir.



Şekil 8. DIN 7991 standart cıvata teknik resmi [6].

2.3.5. Kaynak Cıvata ve Somunları (Şekil 9, 10)

Sac parçalara yapılacak bağlantılar için kullanılan ve sacın yüzeyine kaynak yöntemiyle birleştirilen cıvata ve somunlardır. Sacın temas edecek yüzeylerinde, eriyerek saca birleşecek çıkıntılar (meme) bulunur [6]. Sac levhalara somunların projeksiyon kaynağı, otomobil endüstrisinin üretim sürecinde yaygın biçimde kullanılır [10]. Bu parçalar montaj aşamasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Kaynak cıvata ve somunlarında ISO ve DIN standartları gibi genel standartların yanı sıra otomotiv firmalarının kendileri için özel hazırladıkları standartlarda söz konusudur.



Şekil 9. Kaynak somunu teknik resmi [6].



Şekil 10. Kaynak cıvata ve somun çeşitleri [6].

2.4 STANDART VİDA DİŞİ ÇEŞİTLERİ [6].

2.4.1 Üçgen Vidalar

Whitworth vidalar; Normal Whitworth vidası ve Whitworth boru vidası olmak üzere iki çeşittir. Normal Whitworth vidasının tepe açısı 55° 'dir. Bağlama işlemlerinde kullanılan bu vıda çeşidi günümüzde yapılan tasarımlarda çok kullanılmamaktadır. Whitworth boru vidası ise borulara açılan dişlerde kullanılır. Boru cidarını inceltmemek amacı ile ince dişlidirler. Borularda kullanılması sebebi ile sızdırmazlık önemli bir problemidir, sızdırmazlık PTFE bantları ve keten lifleri ile sağlandığı gibi TS61/26 standardında belirtilen konik uçlu Whitworth boru vidaları ile de sağlanabilir. Metrik vidalar; tepe açıları 60° 'dir. Diş tipi olarak ince ve normal diş olarak ayrılırlar. Cıvata ve somunlarda en çok kullanılan diş tipidir. İnce diş vidalarda diş üstü çapı aynı metrik değerine sahip normal diş vidalarla aynı olmasına karşın belirli uzunluğa sahip paso boyunda ince diş vidalarda diş sayısı daha fazladır. Diş dibi çapı ise ince diş vidalarda daha normal dişli vidalara oranla daha büyüktür. Ayrıca ince diş vidalar normal diş vidalara oranla daha fazla yük taşırlar.

2.4.2 Trapez Vidalar

Vida dişleri 30° trapez şeklindedir. Hareket vidası olarak kullanılır. Trapez vidaların en çok kullanıldıkları yerler; krikolar, vanalar, torna tezgâhlarının ana milleri, preslerin milleri gibi uygulama alanlarında kullanılırlar. Bazı durumlarda sık çözülen terlerde tespit civatası olarak da kullanılırlar. Otoblokaj sorununu kaldırmak için çok ağızlı olarak üretilirler.

2.4.3 Testere Dişli Vidalar

Tek yönden yüksek değerdeki yüklemeleri karşılarlar, özellikle preslerde kullanılan hareket vidalarıdır. Dış vidanın diş dibi çapı ile iç vidanın diş üstü çapı silindirik olarak eşit üretilip kılavuz ve pasolar çekilir, bu sayede birlikte çalışmada oluşabilecek tutuklukların önüne geçilmiş olur. Çok ağızlı olarak da üretilebilirler, bu sayede tek tur atan iç vida eksenel doğrultusunda daha çok hareket eder.

2.4.4 Yuvarlak Dişli Vidalar

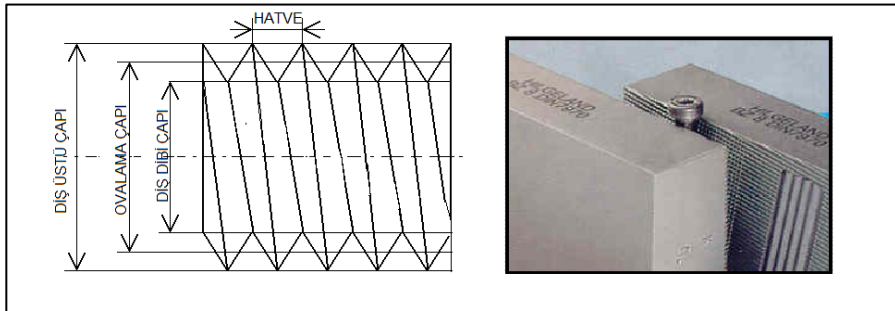
Yuvarlak dişli vidaların en çok kullanıldığı yerler; kavanoz ve şişe ağzı gibi sızdırmazlık gerektiren yerlerde, itfaiye armatürlerinde ve kirli su vanası milleri gibi toz, pislik, kumdan zarar görebilecek yerlerde bunu önlemek amacıyla kullanılırlar.

2.4.5 Kare-Dikdörtgen Vidalar

Tornada üretilerek hareket vidası olarak kullanılırlardı, günümüzde yerini trapez vidalara bıraktılar.

2.5 CIVATA - SOMUN DIŞ BOYUTLARI

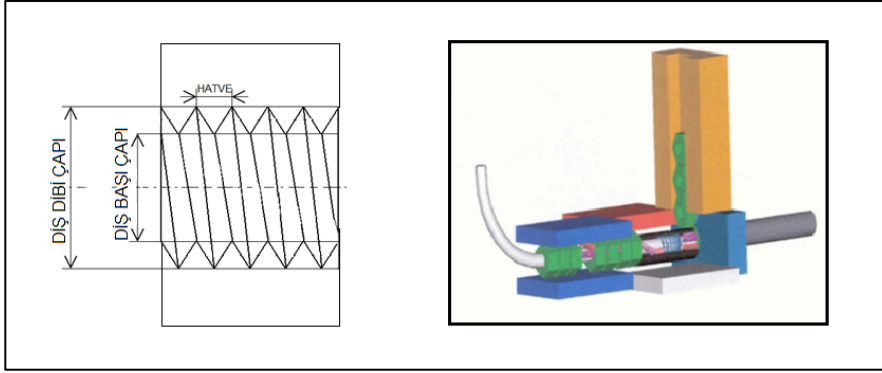
Cıvatalar soğuk şekillendirme yöntemi ile diş açma işleminde civatanın paso kısmı ovalama çapı adı verilen yaklaşık olarak diş üstü ve diş dibi çaplarının ortalaması olan bir değerde üretilir. Daha sonra tarak adı verilen üzerlerinde diş profili bulunan iki adet levhanın arasından geçirilerek diş profilleri oluşturulur. (Şekil 11). Bu yöntem ile talaş çıkmaz ve malzeme israfı olmaz [6].



Şekil 11. Cıvata Diş Profili ve Diş Açma Tarakları [6].

Somunlar soğuk şekillendirme sonrası diş üstü çapında üretilerek kılavuz çekme işlemi yapılır. (Şekil 12). Bu yöntem talaş kaldırarak somun diş açar. Bu işlem sonrası dişlerin arasında talaş kalma ihtimaline karşı somunlar santrifüj cihazına sokulurlar. Bu cihaz içinde

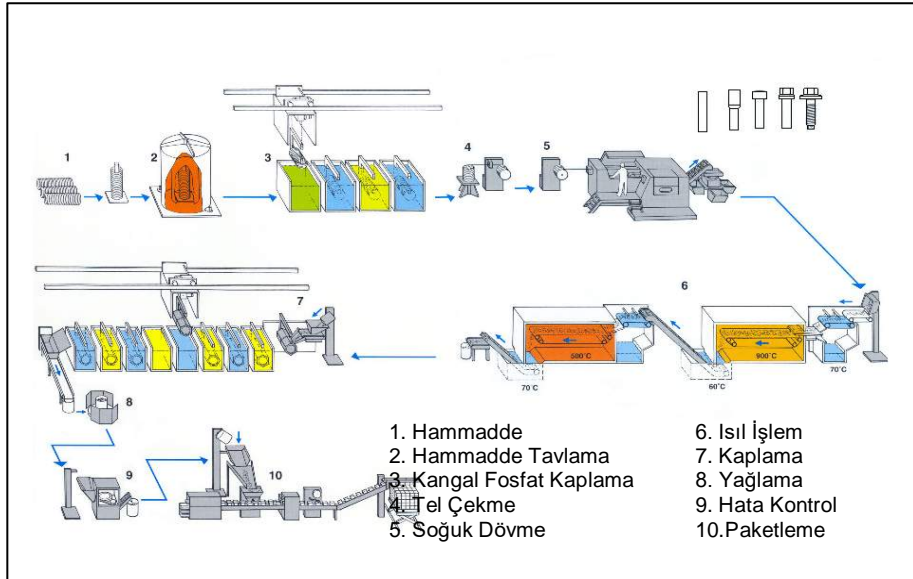
yağ bulunan belli bir devir sayısında dönen çamaşır makinesi kazanı benzeri bir yapıdır. Dönme hareketi ve sıvının etkisiyle diş aralarında kalan talaşlar temizlenir [6].



Şekil 12. Somun Diş Profili ve Kılavuzu [6].

2.6 CIVATA VE SOMUNLARIN ÜRETİM YÖNTEMİ

Cıvata ve somunlar genel olarak soğuk şekillendirme ile üretilmektedir. Soğuk şekillendirme oda sıcaklığındaki hammaddenin dişi ve erkek kalıplar arasında kuvvet altında istenilen forma sokulması işlemidir. Malzeme tek seferde belirli bir oranın üzerinde şekil değiştiremeyeceği için birden fazla istasyon ile kademeli olarak son şekline ulaşırlar [6] (Şekil 13).



Şekil 13. Cıvata Üretim Aşamaları [6].

2.6.1. Hammadde Seçimi

Hammadde secimi soğuk şekillendirme açısından önemlidir. Örnek olarak dökme demir malzemeye ovalama yöntemi ile diş açmak, malzemenin akma göstermemesi sebebiyle

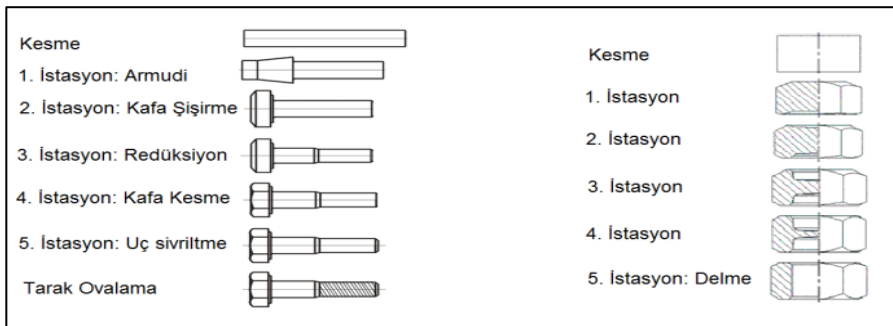
mümkün değildir [11] Hammadde malzemesi, soğuk şekillendirme ve ekstrüzyon için uygun, sıcak haddeme ile üretilmiş, orta ve düşük karbonlu düşük alaşımli, istenilen fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri sağlayan çeliktir. Temel olarak cıvata ve somunların kaliteleri ürün sertlik ve mekanik özelliklerine göre verilir. Cıvatalarda 4.8, 5.8, 6.8, kalite, somunlarda 8 kalite soğuk şekillendirme çıkışı elde edilirken, cıvatalardaki 8.8 10.8 12.8 kalite ve somunlardaki 10, 12 kaliteler soğuk şekillendirme çıkışı ısıtma işlemi ile elde edilmektedir. Isıtma işlemleri cıvatalar karbon oranı düşük malzemelerden üretilirken, ısıtma işlemli cıvatalar orta karbon alaşımli malzemelerden üretilirler [6].

2.6.2. Yüzey İşlem

Hammaddenin makinede kolay şekillenebilmesi için soğuk şekillendirme öncesinde yapılan işlemdir. Yüzey işlem havuzlarında yapılan bu işlem; hammadde kangallarının sıvı dolu havuzlara sırasıyla daldırılması şeklinde gerçekleşir. Öncelikle yüzey temizleme ardında ise fosfat kaplama işlemleri uygulanır. Bu işlem sayesinde hammaddenin oksijen ile teması kesilerek paslanma önlenmiş olur [6].

2.6.3. Soğuk Şekillendirme

Soğuk dövme; dövülebilir malzemelerin ortam sıcaklığında kalıplar içinde kuvvet uygulanarak şekillendirilmesi yöntemidir. Cıvata ve somun üretimi soğuk dövme, sıcak dövme ve talaşlı üretim ile gerçekleştirilebilir. Genel olarak diğer üretim yöntemlerine göre avantajlarından dolayı soğuk dövme yöntemi tercih edilir, bunun avantajları şunlardır. Talaşlı imalata göre daha az fire verilir, bazı parçalarda ise fire verilmez. Enerji sarfiyatı düşüktür. Malzeme liflerinin sürekliliği bozulmaz bu sebepten dolayı parça dayanımları daha yüksektir. Dar toleranslarda parça üretilebilir, yüzey kalitesi iyi, yüzey için ek bir işleme gerek duyulmaz. Üretim hızı yüksektir [6]. Soğuk şekillendirmede üretim prensibi başlangıçta makineye giren hammadde ile sonda çıkan ürünün hacimlerinin aynı olmasıdır (Şekil 14).



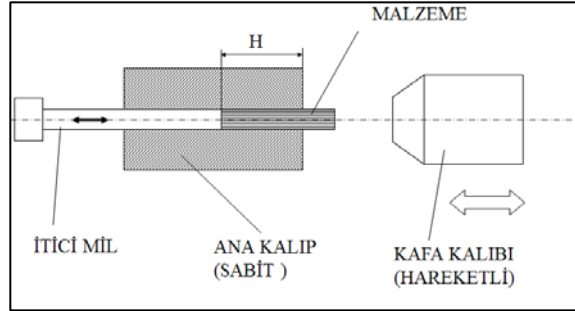
Şekil 14. İstasyon çıkışı cıvata ve somun resimleri [6].

2.6.3.1. Soğuk Dövme Basamakları

Soğuk dövme prosesinde kullanılan presler 2, 3, 4, 5, 6 istasyonlu mekanik preslerdir. Bu preslerde ürün istasyonlar arasında transfer mekanizması yardımıyla taşınarak şekillendirilmektedir. Ayrıca bağlantı elemanları üretimine yönelik olarak özel üretilmiş cıvata üretim presleri üzerinde bulunan pah kırma ve ovalama mekanizmaları sayesinde ürün üzerindeki pah ve dış ovalama işlemleri yapılarak bitmiş ürün üretilebilmektedir [6].

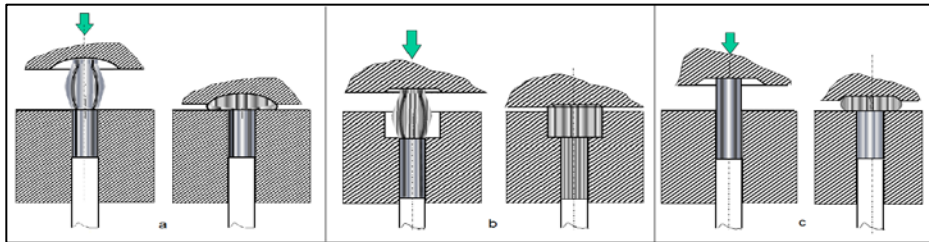
2.6.3.2. Soğuk Dövme Yöntemi

Soğuk dövme ile yapılabilen şekillendirme yöntemleri; kafa şişirme, kesit daraltma ve kafa kesme işlemleridir. Kafa dövme işlemi sabit kalıp içerisindeki parçanın karşı da bulunan hareketli kalıp ile dövülerek şekillendirilmesi işlemidir (Şekil 15). Sabit kalıp ve hareketli kalıplar parça çeşidine, istasyon sayısına ve malzeme çapına göre değişiklik göstermektedir [6].



Şekil 15. Kafa Dövme İşlemi [6].

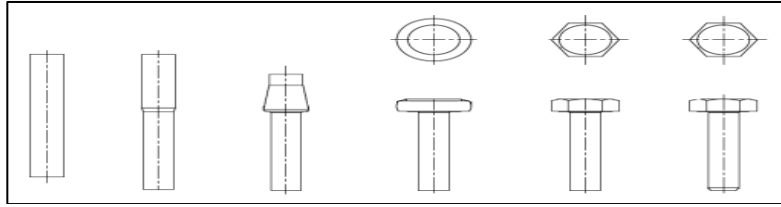
Şekil 15’ de görüldüğü gibi itici mil yardımıyla da sabit kalıp içerisindeki şekillenmiş parçada kalıp içerisinden çıkartılır. Daha sonrasında parmaklar yardımıyla alınan parça diğer istasyonun sabit kalıbına aktarılır. Bu doğrultuda tüm istasyonlardan geçen son parça makine dışına atılır. Kafa dövmede iki tip kalıp kullanılır biri kapalı kalıp denilen aşağıdaki Şekil 16’da (a) ve (b) de olduğu gibi kafa formunun kalıp içerisinde oluşturulduğu, bir diğeri ise açık kalıp denilen (c) de olduğu gibi kafa formunun kalıp dışında oluşturulduğu kalıplar. Açık kalıplarda kafa çapı toleransı daha geniş olurken kapalı kalıplarda daha dar toleranslar sağlanabilmektedir. Kapalı kalıp ömürleri üzerlerine binen yükün daha yüksek olması sebebi ile açık kalıp ömürlerinden daha kısadır [6].



Şekil 16. a) Bombe başlı civata b) İmbus civata c) Silindirik başlı civata [6].

2.6.3.3. Soğuk İstasyon Kalıpları

Her civata ve somun için ayrı makine seçimleri yapılır, makine seçimi özellikle civata ve somunun metrik ölçüsüne dolayısı ile hammadde çapına göre yapılır. M4 bir civata ile M16 bir civatanın aynı makinede üretilmesi söz konusu değildir. Makine seçiminin yanı sıra her civata ve somuna ait özel istasyon kalıpları üretilir [6]. Aşağıdaki şekilde DIN 931 standart civataya ait ölçüsüz istasyon çıkışı civata teknik resimleri mevcuttur (Şekil 17).



Şekil 17. DIN 933 standart cıvata istasyon çıkışı teknik resmi [6].

2.6.4. Isıl İşlemler

2.6.4.1. Gerilim Giderme Tavlaması

3.6, 4.6, 4.8, 5.8, 6.8 mekanik özellikler grubundaki bağlantı elemanlarına soğuk dövme sırasında plastik deformasyon sonucu oluşan iç gerilmeleri ortadan kaldırmak amacıyla gerilim giderme tavlaması uygulanır. Malzemelerde faz değişimine sebep olmayan bu uygulamalarda, malzemeler 60 ile 90 dakika arasında 550-650°C sıcaklıkta tutulur [6].

2.6.4.2. Islah (su verme ve temperleme)

8.8, 10.9 ve 12.9 kalite cıvatalarda malzemenin istenilen mekanik özelliği sağlaması için ıslah işlemi uygulaması gerekmektedir. Bu da su verme ve temperleme aşamalarını kapsar. Su verme; basit olarak malzemenin ısıtılarak γ fazına geçirilmesi daha sonra hızla soğutulması işlemidir. Bu işlem sonucunda oluşan iç yapı martenzitiktir. Su verme için gereken şartlar A3 (A3 sıcaklığı: Ötektoid altı çeliklerde tam ostenit alanına geçiş sıcaklığıdır)'ün üzerindeki sıcaklıkta 30-40 dakika süren bir işlemidir. “Su verme işlemi sonucunda malzemelerde oluşan büyük gerilmeler mikro çatlakların oluşmasına yol açar. Malzeme oldukça sert ve kırılmandır. Kısa süre içinde temperleme işlemi uygulanarak bu çatlakların büyüyerek tehlike oluşturması engellenir. Temperleme şartları ayarlanarak bağlantı elemanından beklenen mekanik özellikler elde edilir. Temperleme işlemi için gereken şartlar temel olarak 440-620°C sıcaklık ve 60-90 dakika süredir [6].

2.6.5. Kaplama

Korozyon; metallerin ortamla teması sonucu, metal-ara yüzey-ortam üçlüsünün etkileşimi ile yüzeyde oluşan bozulmadır. Korozyondan korunma önlemlerinin temelinde de bu üç faktörün özelliklerini ve birbirleri ile ilişkilerini iyi bilmek ve gerekli değişiklikleri gerçekleştirmek yatar [12]. Cıvata bağlantılarında en çok görülen korozyon tipleri; atmosferik korozyon, sıvı içi korozyon, yarık korozyon ve galvanik korozyondur [13]. Metallerin ortama daha dayanıklı kılınması için, korozyon yapıcı etkenlerin kontrol altına alınması yanında, ara yüzeyi değişik malzemelerle kaplamak bu tür önlemlerin başında gelmektedir. Çinko elektrokimyasal özelliği ve ekonomik olması bakımından, demir ve çeliği korozyona karşı korumada yaygın olarak kullanılan bir elementtir [14]. Sanayide elektrolitik çinko kaplama çeşitli banyolarla yapılmaktadır. Bunlar siyanürlü banyolar, alkali siyanürsüz banyolar ve asit klorür banyolardır. Her bir banyo ekonomiklik, işlem zamanı, dekoratif görünüm, yüzeye yapışma gibi faktörler dikkate alınarak değişik alanlarda kullanılmaktadır [15].

3. SONUÇ

Yüksek lisans çalışması sırasında tezin ön bilgi bölümlerini oluşturan literatür taraması içeren araştırmalar ve çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler doğrusunda oluşturulan bu derleme makalede cıvata ve somunların çeşitleri ve üretim yöntemleri açıklanmıştır. Cıvata ve somunlar sökülebilir bağlantı elemanı olarak sanayide yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım alanları farklılıklarından dolayı normal standart üretimin yanında, özel üretimi olan birçok çeşit cıvata ve somun çeşidi bulunmaktadır. Cıvata ve somunların üretiminde; üretim hızı ve hammadde israfının düşüklüğü sebebiyle soğuk şekillendirme tercih edilen bir üretim yöntemidir.

KAYNAKLAR

- [1] Ash, S.H., Kim, T.H., Kim, B.M., Choi, J.C. “A Study on the Prediction of Fatigue Life in Axi-symmetric Extrusion Die”, *Journal of Materials Processing Technology*, 1997, 71, pp:343-349.
- [2] Skov-Hansel, P., Bay, N., Gronbaek, J.; Bronsted, P., “Fatigue In Cold-forging Dies: Tool Life Analysis”, *Journal of Materials Processing Technology*, 1999, 95, pp:40-48.
- [3] Fu, M. W., Yong, M. S., Muramatsu, T., “Die Fatigue Life Design And Assessment Via CAE Simulation”, *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, 2008, 35, pp:843-851.
- [4] Tabor, D., “The Hardness of Metals”, Oxford University Press, 2000, New York.
- [5] Tekkaya, A. E., Lange, K., “An Improved Relationship between Vickers Hardness and Yield Stress for Cold Formed Materials and its Experimental Verification”, *CIRP Annals Manufacturing Technology*, 2000, 49(1), pp:205-208.
- [6] Norm Cıvata San. Ve Tic. A.Ş. Eğitim Notları, www.normcivata.com, 2015.
- [7] Ay, İ., Demircioğlu, T. K., “Kesme Ve Ovalama Yolu İle Cıvata-Vida Dışı İmalat Yöntemlerinin Kıyaslanması”, *Makina Magazin*, 2005, 111, 64-67.
- [8] Lalik, S., Yasar, M., Atav, F., “Tesviyecilik Meslek Teknolojisi (I)”, 1959.
- [9] Kumru, N., Demircioğlu, T. K., Ay, İ., “Ovalama Yöntemi ile Cıvata ve Vida Dışı İmalatı Yapılan Malzemelerde Aranılan Özellikler”, *Metal Dünyası*, 2006, 158, 110-112.
- [10] Nielsen, C. V., Zhang, W., Martins, P. A. F., Bay, N., “Numerical and Experimental Analysis of Resistance Projection Welding of Square Nuts to Sheets”, *11th International Conference on Technology of Plasticity*, 19-24 Ekim, 2014, Nagoya Kongre Merkezi, Nagoya, Japonya , 2004, 81, pp:2141–2146.
- [11] “Metals Handbook of Machining”, vol.3
- [12] “Metallerin Korozyondan Korunması”, Borusan Yayınları, 1981, Sayı:12-25, İstanbul.
- [13] Ay, İ., Sakin, R., “Cıvata Bağlantılarında Gözlenen Hatalar”, *Mühendis ve Makina*, 1995, 36(431), 17-20.
- [14] Haşçalık, A., Özek, C. “Elektroliz Yöntemiyle Çinko Kaplama Parametrelerinin İncelenmesi”, 2002, Sayı 1-2, S:1-7, Elazığ.
- [15] Geduld, H. H., “Surface Cleaning, Finishing and Coating”, *Metals Handbook*, Ninth Edition, 1990, 5.

DİFERANSİYEL GELİŞİM ALGORİTMASI İLE PROBLEM ÇÖZME ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Serkan AYDIN¹, M. Sadrettin ZEYBEK²

ÖZET

GP ile yapılan çözümlerdeki en önemli eksiklik global minimuma ulaşma süresinin uzunluğudur. Bundan dolayı literatürdeki çalışmaların ortak hedefi genellikle yakınsama hızını ve doğruluğunu arttırmak üzerinedir. Bu çalışmada diferansiyel gelişim algoritması (DGA) kullanılarak literatürde sıkça kullanılan bazı problemlerin çözümünde yakınsama hız ve doğruluğunun artırılması sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Gelişimsel programlama, genetik algoritma, diferansiyel gelişim.

ABSTRACT

The major shortcoming of evolutionary programming solutions is the length of time to reach the global minimum. Therefore, most of the studies in the literature focuses on the common goal; to increase the convergence speed and accuracy. In this study, differential evolution algorithm (DGA), is used to increase the convergence speed and accuracy in finding the solution of some problems in the literature.

Keywords: Evolutionary programming, genetic algorithm, differential evolution.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, literatürde sıkça ismi geçen bazı optimizasyon problemlerinin [1,2,3,4] ele alınarak bunların gelişimsel yöntemler ile çözüm teknikleri incelenerek geliştirilmiş ve bu geliştirilen çözüm yöntemiyle daha hızlı bir şekilde ve daha doğru sonuçlar elde edilebileceği hakkında çalışmalar yapılmıştır.

Genellikle bir optimizasyon tekniğinden, başlangıç sistem parametre değerlerine bağlı olmaksızın global minimumun bulunması istenir. Bunun yanında sonuca yakınsamanın hızlı olması ve kullanımının değişik problemlere kolayca uyarlanabilir olması için az sayıda kontrol parametresi içermelidir. Gelişimsel Programlar (GP) veya doğrudan arama metotları olarak da ifade edilen genetik algoritmalar, soğurma benzeşimi (simulated annealing), Nelder&Mead algoritması ve *Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA)* diğer nümerik çözüm metotlarına göre başlangıçtaki sistem parametre değerlerine bağlı olmadıklarından dolayı bir gelişimsel programlama metodu olan DGA kullanılmıştır. Doğrudan arama metotları arasında yer alan DGA, güçlü birer doğrudan arama optimizasyon teknikleri olan uyarlamalı soğurma benzeşimine ve Nelder&Mead yaklaşımlarına göre daha hızlı ve daha doğru sonuçlar verdiği Storn (1995,1999) [5,6] tarafından gösterilmiştir. Storn, bunun yanında, DGA'nın sadece birkaç kontrol parametresi gerektirdiğini kullanımının kolay olduğunu ve paralel hesaplamalar için oldukça elverişli olduğunu da belirtmiştir. Literatürde bu metodun bir çok probleme başarılı bir şekilde uygulandığı görülmektedir [7, 8, 9, 10, 11]. Lampinen [7] kısıtlanmalı

¹ Doç. Dr., Celal Bayar Üniversitesi, HFT Teknoloji Fakültesi, Turgutlu – MANİSA

² Yrd. Doç. Dr., Celal Bayar Üniversitesi, Turgutlu MYO, Turgutlu – MANİSA

problemlerin çözümünde başarılı bir şekilde DGA' nı kullanmıştır. Crutchley ve Zwolinski [8] DGA ile dijital filtre dizaynını gerçekleştirirken, Giannakoglou ve diğ. [11] ise paralel manipulator optimizasyonunun DGA ile gerçekleştirmişlerdir.

Bu anlatılan nedenlerden dolayı, bu çalışmada literatürdeki küre modeli ve Schwefel problemlerinin çözümlerinde DGA kullanılmıştır.

2. DİFERANSİYEL GELİŞİM ALGORİTMASI

Bir gelişimsel (evolutionary) optimizasyon algoritması olan *Diferansiyel Gelişim Algoritması* (DGA), kayan-nokta (floating-point) kodlanmış bir tür genetik algoritmadır [5]. Rasgele seçilmiş iki parametre vektörünün farkının rasgele seçilmiş 3. bir parametre vektörü ile toplanması esasına dayanmaktadır. Aşağıda, bu genel çalışma esası, amaç ölçütü, parametre vektörü ve popülasyon gibi DGA' nın tanım eşitlikleri anlatılarak, yeni popülasyon üretimi ve seçim aşaması gibi çalışma teknikleri açıklanacaktır.

D boyutlu V parametre vektörüne bağlı amaç ölçütünü en genel şekilde

$$f(V):R^D \rightarrow R \quad (1)$$

ifade edilebilir. Amaç ölçütü $f(V)$ ' nin

$$V=(v_1, \dots, v_D) \quad (2)$$

parametre uzayında minimize veya maksimize edilmesi problemin özünü teşkil etmektedir. Her bir parametre

$$v_i^{(L)} \leq v_i \leq v_i^{(U)} \quad i=1, \dots, D \quad (3)$$

gibi alt ve üst sınır kısıtlamalarına sahip olabilir

Buna ek olarak amaç ölçütü $f(V)$ üzerinde bazı lineer ve/veya lineer olmayan kısıtlamalar olabilir [7].

NP gerçel-değerli vektörden oluşan G ' ninci nesil popülasyonu P_G :

$$P_G = (V_{1,G}, \dots, V_{NP,G}) \quad G=0, \dots, G_{\max} \quad (4)$$

ve bu üye parametre vektörlerden bir tanesi:

$$V_{i,G} = (v_{1,i,G}, \dots, v_{D,i,G})^T \quad i=1, \dots, NP \quad G=0, \dots, G_{\max} \quad (5)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada G_{\max} maksimum nesil sayısı ve D ise parametre vektörü boyutu olmaktadır. DE bir amaç ölçütünün optimizasyonunda, P_G ' yi oluşturan G ' ninci nesil popülasyonunun üyeleri üzerinde işlem yapar. Bu üyelerin sayısı NP optimizasyon süresince sabittir.

Genellikle ilk nesil popülasyon P_0 ' in parametreleri, eşitlik 3' teki üst ve alt sınır kısıtlamalarına uygun olarak rastgele aşağıdaki gibi üretilir:

$$v_{j,i,0} = \text{rand}_j[0,1](v_j^{(U)} - v_j^{(L)}) + v_j^{(L)} \quad i=1, \dots, NP, \quad j = 1, \dots, D \quad (6)$$

Burada $\text{rand}_j[0,1]$, $[0.0, 1.0]$ aralığında rastgele bir değerdir. Bu genel tanım eşitliklerinden sonra yeni popülasyon üretilme tekniği ve bu esnada gerekli olan seçim aşaması Kısım 2.1' de ayrıntılı olarak incelenecektir.

2.1. Yeni Popülasyonun Üretilme Tekniği

P_{G+1} , G ninci popülasyon P_G ' nin rastgele alınan ve birleştirilen vektörlerinden oluşur. $P_{G+1}^A = (U_{1,G+1}, \dots, U_{NP,G+1})$ ile ifade edilen yeni nesile aday üye $U_{i,G} = (u_{1,i,G}, \dots, u_{D,i,G})$ 10 değişik tipte belirlenebilmektedir. İlk beş tip:

Tip 1- DE/rand/1/bin tipine göre :

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} z_{j,i,G+1} = \begin{cases} y_{j,i,G+1} = v_{j,r3,G} + F(v_{j,r1,G} - v_{j,r2,G}) & \text{Eğer } v_j^{(L)} < y_{j,i,G+1} < v_j^{(U)} \\ \text{rand}_j[0,1](v_j^{(U)} - v_j^{(L)}) + v_j^{(L)} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \\ \text{Eğer } \text{rand}_j[0,1] \leq CR \\ v_{j,i,G} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (7)$$

Tip 2- DE/best /1/bin tipine göre :

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} z_{j,i,G+1} = \begin{cases} y_{j,i,G+1} = v_{j,b,G} + F(v_{j,r1,G} - v_{j,r2,G}) & \text{Eğer } v_j^{(L)} < y_{j,i,G+1} < v_j^{(U)} \\ \text{rand}_j[0,1](v_j^{(U)} - v_j^{(L)}) + v_j^{(L)} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \\ \text{Eğer } \text{rand}_j[0,1] \leq CR \\ v_{j,i,G} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (8)$$

Tip 3- DE/rand to best /1/bin tipine göre :

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} z_{j,i,G+1} = \begin{cases} y_{j,i,G+1} = v_{j,i,G} + F(v_{j,b,G} - v_{j,i,G}) + F(v_{j,r1,G} - v_{j,r2,G}) & \text{Eğer } v_j^{(L)} < y_{j,i,G+1} < v_j^{(U)} \\ \text{rand}_j[0,1](v_j^{(U)} - v_j^{(L)}) + v_j^{(L)} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \\ \text{Eğer } \text{rand}_j[0,1] \leq CR \\ v_{j,i,G} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (9)$$

Tip 4- DE/rand/2/bin tipine göre :

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} z_{j,i,G+1} = \begin{cases} y_{j,i,G+1} = v_{j,r5,G} + F(v_{j,r1,G} - v_{j,r2,G} + v_{j,r3,G} - v_{j,r4,G}) & \text{Eğer } v_j^{(L)} < y_{j,i,G+1} < v_j^{(U)} \\ \text{rand}_j[0,1](v_j^{(U)} - v_j^{(L)}) + v_j^{(L)} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \\ \text{Eğer } \text{rand}_j[0,1] \leq CR \\ v_{j,i,G} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (10)$$

Tip 5- DE/best/2/bin tipine göre :

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} z_{j,i,G+1} = \begin{cases} y_{j,i,G+1} = v_{j,b,G} + F(v_{j,r1,G} - v_{j,r2,G} + v_{j,r3,G} - v_{j,r4,G}) & \text{Eğer } v_j^{(L)} < y_{j,i,G+1} < v_j^{(U)} \\ \text{rand}_j[0,1](v_j^{(U)} - v_j^{(L)}) + v_j^{(L)} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \\ \text{Eğer } \text{rand}_j[0,1] \leq CR \\ v_{j,i,G} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (11)$$

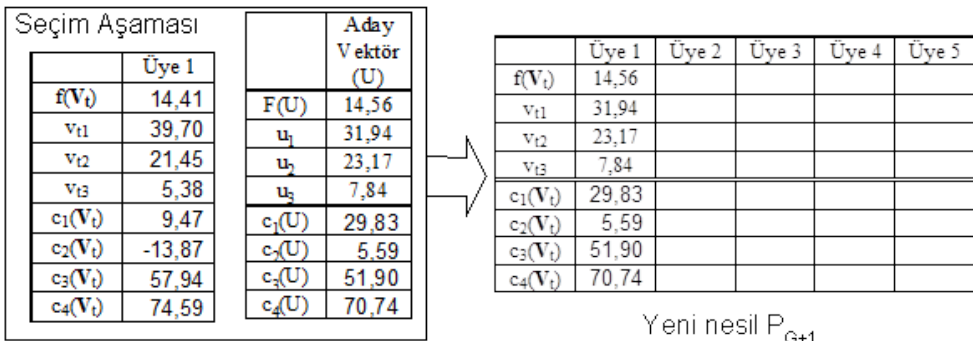
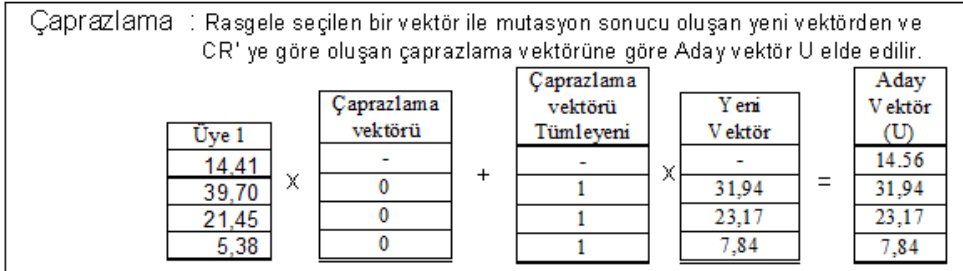
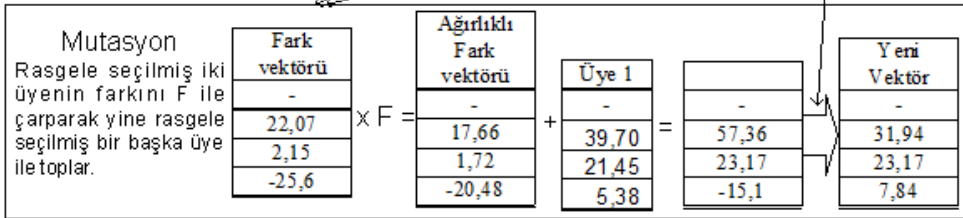
eşitlikleriyle belirlenmektedir. Burada $i = 1, \dots, NP$, $j = 1, \dots, D$ değişmektedir. $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 \in \{1, \dots, NP\}$, i' den farklı rastgele olarak seçilmektedir. $CR \in [0, 1]$, $F \in (0, 1+]$ aralıklarındadır. Her i elemanı için yeni rastgele r_1, r_2, r_3, r_4 ve r_5 değerleri üretilir. b indisi ise G' ninci nesildeki en optimum sonucu veren parametre vektörünü ifade etmektedir. *Gerçek-değerli değişken*, F ($(0.0, 1.0+]$), *çaprazlama(crossing) değişkeni*, CR ($[0, 1]$) ve *popülasyondaki üye sayısı*, NP ; DGA' nın ampirik olarak belirlenen kontrol parametreleridir. Diğer 5 tipte ise yukarıdaki 5 tipin çaprazlama yapılacak elemanların seçiminde farklılık bulunmaktadır. Yukarıdaki beş eşitlikte de bulunan $\text{rand}_j[0,1] \leq CR$ $j=1, \dots, D$, şartına ek olarak $j=1, \dots, D$ sıralaması da

rasgele olarak değiştirildikten sonra çaprazlama yapılmaktadır. Tablo 1’ de 3 elemanlı bir parametre vektörü ve 4 tane kısıtlamaya sahip bir problem için DGA algoritmasının Tip 1’ e göre yeni bir üyeyi oluşturması ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir [12].

Tablo 1. DGA algoritması

	Üye 1	Üye 2	Üye 3	Üye 4	Üye 5
$f(V_i)$	14,41	14,16	10,46	14,08	13,64
v_{i1}	39,70	5,25	39,93	30,54	8,47
v_{i2}	21,45	34,56	32,63	36,20	34,04
v_{i3}	5,38	28,33	31,29	4,12	29,72
$c_1(V_i)$	9,47	84,52	8,85	33,28	79,18
$c_2(V_i)$	-13,87	17,95	-18,55	-7,11	15,33
$c_3(V_i)$	57,94	13,01	16,81	26,51	13,84
$c_4(V_i)$	74,59	46,24	47,60	61,81	46,42

Eski nesil P_G
 $F=0.8$
 $CR=0.8$
 $V_{t,max}=(40, 40, 40)$ üst sınırlar
 $V_{t,min}=(0, 0, 0)$ alt sınırlar



2.2. Seçim Aşaması

Kısıtlamaların olmadığı problemlerde, P_{G+1} in üyeleri $V_{i,G+1}$, şimdiki populasyon P_G nin üyeleri $V_{i,G}$ ve aday populasyon, P_{G+1}^A in üyeleri $U_{i,G+1}$ den takip eden *Seçim Kuralına* (SK) göre seçilir :

$$V_{i,G+1} = \begin{cases} U_{i,G+1} & \text{if } f(U_{i,G+1}) \leq f(V_{i,G}) \text{ veya } (\#c(V_{i,G}) \geq 0) < (\#c(U) \geq 0) \\ V_{i,G} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (12).$$

Amaç ölçütü $f(V)$ ' yi minimize eden veya daha fazla sayıdaki kısıtı ($c_i(V_i)$) sıfırdan yukarıya taşıyan (Şekil 1' de Üye 1 in $c_2(V_1)$ ' si negatif iken $c_2(U)$ pozitif olduğundan dolayı $F(U)=14,56$ değerine yükselmesine rağmen Aday vektör U Üye 1 ile yer değiştirmiştir.) vektör bir sonraki nesilde yer alır.

3. UYGULAMA

Tablo 2' de verilen 7 problemin çözümünde DGA algoritması kullanılmıştır. Küre modeli, Schwefel problemi, genelleştirilmiş Rosenbrock, gürültülü Quartic fonksiyonları, Hiper-elipsoid ve Neumaier#3 problemlerinin çözümlerinde oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 2. Uygulamada kullandığımız fonksiyonlar ve literatürdeki isimleri

	Test Fonksiyonu	Fonksiyonun Literatürdeki İsmi
F1	$f_1(V) = \sum_{i=1}^D v_i^2$	Küre Modeli
F2	$f_2(V) = \sum_{i=1}^D v_i + \prod_{i=1}^D v_i $	Schwefel Problemi
F3	$f_3(V) = \sum_{i=1}^D [100(v_{i+1} - v_i^2)^2 + (v_i - 1)^2]$	Genelleştirilmiş Rosenbrock Fonksiyonu
F4	$f_4(V) = \sum_{i=1}^D i v_i^4 + \text{random}[0,1]$	Gürültülü Quartic Fonksiyonu
F5	$f_5(V) = \sum_{i=1}^D 2^i v_i^2$	Hiper-elipsoid
F6	$f_6(V) = \sum_{i=1}^D (v_i - 1)^2 - \sum_{i=1}^D (v_i v_{i-1})$	Neumaier#3
F7	$f_7(V) = \sum_{i=1}^D [(\ln(v_i - 2))^2 + (\ln(10 - v_i))^2] - \left(\prod_{i=1}^D v_i \right)^{0.2}$	Paviani Problemi

Maliyet fonksiyonlarının boyutları ve değişkenlerinin aralıkları diğer referanslardaki gibi seçilmiştir [1, 2, 3, 4]. Tablo 3' de belirtildiği gibi, maksimum nesil sayısı ile parametre vektörünün boyutu D adı geçen literatürdekilerdekiler ile aynı alınmıştır. Program için gerekli CR ve F parametrelerinin her ikisi de 0.5 olarak alınırken populasyon sayısı NP 300 olarak alınmıştır. Çözümde **Tip 1**- DE/rand/1/bin tipi kullanılmıştır.

Bu çalışmada bulunan değerler [1] referansındaki en iyi sonuç veren momentum katsayı gelişim programı (MCEP) algoritması ile kıyaslanarak Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 3. 50 bağımsız çalışma sonunda elde edilen optimumların literatür ile kıyaslanması.

	DGA	MCEP	Global	D	Nesil (G_{max})	Limitler	F,CR,Str ategy
F1	2.0367e-25	6.7e-13	0	30	1500	[-100,100] ^D	0.5, 0.5,1
F2	3.7890e-12	3.5e-4	0	30	2000	[-10,10] ^D	0.5, 0.5,1
F3	7.4062e-30	24	0	30	3000	[-30,30] ^D	0.5, 0.5,1
F4	0.0027	0.001	0	30	3000	[-1.28,1.28] ^D	0.5, 0.5,1
F5	1.3131e-8	4e-25	0	30	5000	[-100,100] ^D	0.5, 0.5,1
F6	-4318.2	-157	-4930	30	3000	[-900,900] ^D	0.5, 0.5,1
F7	-45.778470	-45.7788469	-45.778	10	1000	[2,10] ^D	0.5, 0.5,1

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu yayında, literatürde sıkça ismi geçen Küre modeli, Schwefel problemi, genelleştirilmiş Rosenbrock, gürültülü Quartic fonksiyonları, Hiper-elipsoid ve Neumaier#3 problemlerinin çözümleri diferansiyel gelişim algoritması (DGA) ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki momentum katsayı gelişim programı (MCEP) ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan algoritma ile daha doğru sonuçlar elde edilebileceği gösterilmiştir.

Literatürde verilen diğer problemlerin çözümlerinin de DGA ile yapılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılmasının yapılabileceği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Yousef A., Javad P., Yagup A., Mohammed R. A., “Momentum coefficient for promoting accuracy and convergence speed of evolutionary programming”, *Applied Soft Computing* 12 (2012) 1765–1786
- [2] Yao X., Liu Y., Lin G., (1999), “Evolutionary Programming Made Faster”, *IEEE Trans. on Evolutionary Computation*, vol. 3,no. 2.
- [3] Wu H., He J., Yao X., (2005), “A online demo of evolutionary programming using mixed mutation strategy for solving function optimization”, *UKCI*, 264–271.
- [4] Montaz M.A., khompatraporn C., Zabinsky Z. B., (2005), "A Numerical Evaluation of Several Stochastic Algorithms on Selected Continuous Global Optimization Test Problems", *Journal of Global Optimization*, Springer.
- [5] Storn, R, 1999. System Design by Constraint Adaptation and Differential Evolution, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 3(1), 22–34.
- [6] Storn, R. ve Price, K., 1995. Differential Evolution - a Simple and Efficient Adaptive Scheme for Global Optimization over Continuous Spaces, Technical Report TR-95-012, ICSI.
- [7] Lampinen J., 2001. Solving Problems Subject to Multiple Nonlinear Constraints by The Differential Evolution, *Proc. of MENDEL2001 7th Int Conf on Soft Computing*, Brno Czech Republic, June 1-6.
- [8] Crutchley D.A and Zwolinski M., 2002. Using Evolutionary and Hybrid Algorithms for DC Operating Point Analysis of Nonlinear Circuits, *Proceedings of the 2002 Congress on Evolutionary Computation, CEC'02*, Honolulu, Hawaii, May 12-17, Vol.1, 753–758.
- [9] David C., Marco D. and Fred G., 1999. *New Ideas in Optimization*, McGraw-Hill, London (UK), 109–125
- [10] Jan V. and Pravoslav M., 2001. New Approach to Analog Filters and Group Delay Equaliser Transfer Function Design, *The International Conference on Electronics, Circuits and Systems, ICECS 2001*, Malta, 2-5 September 2001, Vol.1, 157-160.
- [11] Giannakoglou K.C., Tsahalis D.T., Periaux J., Papailiou K.D. and Fogarty T. 2002. *Evolutionary Methods for Design, Optimization and Control*, CIMNE, Barcelona (Spain), 223–228.
- [12] Aydın S. “Mobil Robotlarda Evrimsel Metotlar İle Optimal Hareket Planlama”, doktora tezi, İTÜ, 2003.

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

Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi**, 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 olarak diskette ve üç kopya olarak 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-) 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.