KAPALI SAYILARA DAYALI OYUN PROGRAMI

A GAME BASED ON LOCKED NUMBERS

Volkan SÖZERİ[1]

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 ulaşılabilmekte 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.

[1]Ege 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 araştırmada, 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 kullanılabilecek 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 dersteki 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 eğitmenleri 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 tanımlamıştır (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,… 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 karşılaşılabilir. 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 belirtildiği gibi aynı basamak sayısına sahiptir. Seçilen herhangi n basmaklı 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:

$l_1 \ldots l_n$ L(N)'in basamakları olmak üzere, $L(N)= l_1 l_2 \ldots l_n$, olsun,
Kaprekar'ın tanımından dolayı ilk seçilen sayının L(N)'in tüm basamakları eşit değildir, böylece

$$l_1 \geq l_2 \geq \ldots \geq l_n,$$

ve

$$l_1 > l_n.$$

bundan başka

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

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

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

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, $N=n_1n_2$, şeklinde gösterilir. Kaprekar'ın tanımı gereği, ilk seçilen N 'in rakamları eşit değildir, $n_1 \neq n_2$.

Buradan hareketle; iki durum ile karşılaşılabilir.
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.

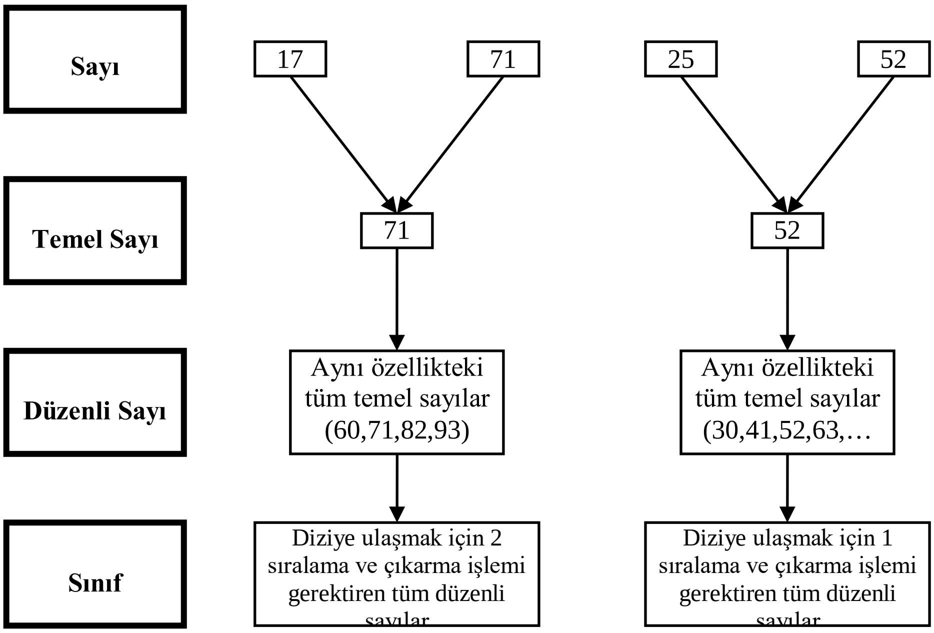
2. Durum. $n_2 > n_1$
$L(N)=n_2\,n_1$ ve $S(N)= n_1\,n_2$ olur.
Bu durumda $R(N)= L(N) – S(N) = n_2\,n_1 - n_1\,n_2 = N = n_1\,n_2$ olur. Bu da $n_2\,n_1 = 2n_1\,n_2$ sonucunu verir. Buna göre $10n_2 + n_1 = 20n_1 + 2n_2$ olacağı için $8n_2 = 19n_1$ olmak zorundadır. $0 \leq n_1 < n_2 \leq 9$ olduğu 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;

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

$k=\{l_i-l_j \mid i+j=n+1,\ i=1,2,\ldots,\lfloor n/2 \rfloor,\ ve\ j=n,(n-1),\ldots(\lceil n/2 \rceil+1)\ \}$

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:

$k=|6-4|$

$k=|2|=2$

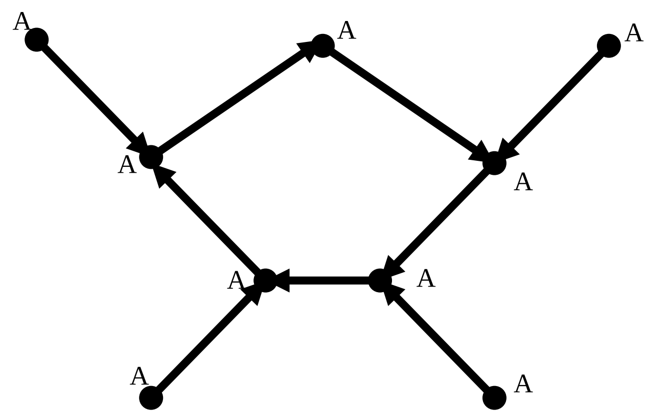
64 sayısı A_2 kümesinden bir sayıdır. Bununla birlikte, A_2 kümesindeki tüm sayıların bir sonraki sıralama ve çıkarma işleminin sonucu 18'dir (64 − 46=18).

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:

➔9 →81 →63 →27 →45
➔A_9 →A_7 →A_3 →A_5 →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.

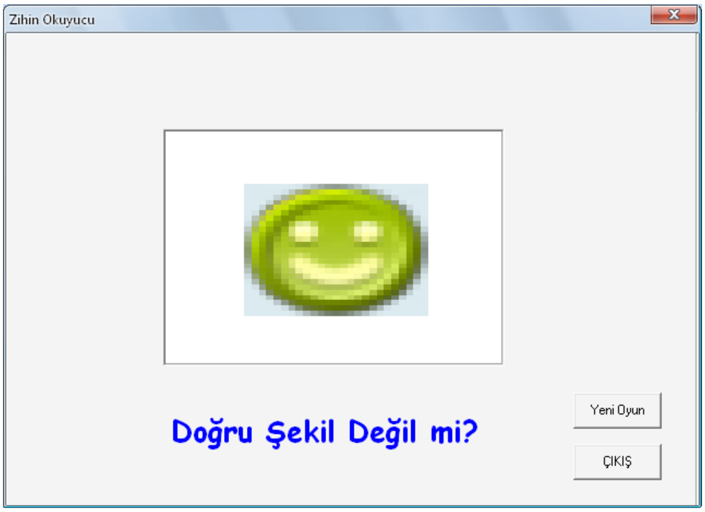
7. ZİHİN OKUYUCU OYUN PROGRAMI

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 unutulan bilgiden çok öğrenilip ihtiyaç halinde kullanılabilecek 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] Frederkıng, 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 Solitare 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.