

## Bloom's Taksonomi tabanlı Genetik Algoritma kullanılarak Otomatik Sınav Sorusu Üretilmesi

Muhammet AKTAŞ<sup>1</sup>, Fatih KILIÇ<sup>2</sup>, Zeki YETGİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bilgisayar Mühendisliği, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Bilgisayar Mühendisliği, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Türkiye

<sup>3</sup>Bilgisayar Mühendisliği, Mersin Üniversitesi, Türkiye

<sup>1</sup>(maktas@atu.edu.tr)

<sup>2</sup>(fkilic@atu.edu.tr)

<sup>3</sup>(zyetgin@mersin.edu.tr)

**Özet** – Sınav sorularının elle hazırlanması özellikle kısıtlı zamana sahip eğitimciler için büyük zorluk oluşturmaktadır. Ayrıca elle hazırlanan sınavlar soru tekrarı, ölçme ve değerlendirmeyi sağlayamama veya güvenlik sorunları gibi problemlere neden olmaktadır. Sınav sorularının öğrencilerin bilgi ve becerilerini ölçecek yeterlilikte olması uzun zaman ve efor almasına sebep olmaktadır. Bu zaman kaybı ve eforu minimize etmek için bu çalışmada genetik algoritma kullanımı ile Bloom's taksonomi tabanlı bir sınav sorusu hazırlama modeli sunulmuş, ayrıca sınav testlerinin uygunluk fonksiyonu belirlenmiştir. Bu çalışmada sunulan amaç fonksiyonu soru seviyesi çeşitliliğini sağlarken bir taraftan da sınav için belirlenen genel zorluk seviyesine yaklaşmayı amaçlar, bu değer ne kadar küçükse ilgili sınav soruları istenilen dağılıma yakın olmuş olur. Modellenen genetik algoritma bu amaç fonksiyonunu minimize etmeye çalışır. Önerilen modelin testi için Bilgisayar Mühendisliği müfredatında bulunan Nesne Tabanlı Programlama dersi için bir soru havuzu hazırlanıp sorular zorluk, puan ağırlığı ve tiplerine göre sınıflandırılmış, sınav kısıtları belirlenmiştir. Bu soru havuzundan 100 farklı sınav sunulmuştur. Genel zorluk derecesi 6 olarak belirlenen bir sınav için başlangıçtaki ortalama amaç fonksiyonu 73 iken model sonucunda üretilen ortalama amaç fonksiyon değeri 63 olmuştur. İlgili modelden elde edilen minimum amaç fonksiyonu değeri 60 tır.

**Anahtar Kelimeler** – Genetik Algoritma, Otomatik Sınav Kağıdı, Otomatik Soru Üretici, Bloom's Taksonomi, Yapay Zeka.

## Generating Automated Exam Question using Genetic Algorithm based on Bloom's Taxonomy

**Abstract** – The manual preparation of exam questions gives rise to a major challenge, especially for lecturers who have limited time. Furthermore, it causes to be repetition of questions, lack of assessment and evaluation or security problems. The exam questions which are sufficient to measure the knowledge and skills of the students that take long time and mental effort. In this study, the model which is based on Bloom's taxonomy using Genetic algorithm is presented to select exam questions in a question pool for minimizing waste of time and mental effort, a fitness function of the exams is determined as well. The proposed fitness function provides question-level diversity when it tries to bring difficulty level of the generated exam using GA closer to desired general difficulty level of the exam. If the fitness value of the exam is less value than others, the exam is to be desired distribution of selected questions. Presented GA try to minimize fitness function. A question pool which has classified questions according to difficulty, score weight and types is prepared and exam constraints is determined for object oriented programming course (OOP) in the curriculum of computer engineering department to test the proposed model. 100 exams are generated using the pool. While the initial mean of fitness function values is 73, the mean of fitness function values produced by the model is 63 in case general difficulty level of the exam is given 6. The best fitness function value of generated exams using the model is 60.

**Keywords** – Genetic Algorithm, Automated Exam Paper, Automated Question Generator, Bloom's Taxonomy, Artificial Intelligence.

### I. GİRİŞ

Ülkemiz yaklaşık 30 yaş ortalaması ile Avrupa'nın en genç nüfusuna sahip ülkedir. Bundan dolayı eğitim gören nüfus birçok ülkenin toplam nüfusundan fazladır. YÖK verilerine göre sadece Lisans ve Ön lisans da eğitim öğretim gören öğrenci sayısı 7 milyondan fazladır [1]. Eğitim öğretimin önemli bir parçası da öğrencilerin aldıkları eğitimleri ölçmek ve değerlendirmek için sınav ve diğer ölçme araçlarının kullanılmasıdır. Bu kapsamda sınav en önemli ve en yaygın kullanılandır.

Sınav, öğrenme çıktılarını temel olarak performanslarını değerlendirmek için eğitimciler tarafından öğrencilerin gelişimini analiz ve kontrol etmek için kullanılır [2]. Sınav sorularının seçimi öğrencilerin öğrenme seviyelerinin belirlenmesinde etkili rol oynar. İyi bir sınav kağıdı öğrencilerin farklı yeteneklerini sergilemesi için çeşitli zorluk seviyelerinde olmalıdır. Sınav soruları elle hazırlanırken soruların eğitim kurumları tarafından takip edilen şablona uygun olması birçok çalışma yapmasını gerekir. Bloom taksonomi eğitim öğretim kalitesini ölçmek içinde çeşitli öğrenim seviyelerini bulunduran yaygın kullanılan bir

metottur. El ile hazırlanan sınavlarda soruların zorluk seviyesi dağılımı tam olarak belirlenememesinden dolayı sınav soruları Bloom taksonominin bütün seviyelerini de içerisinde barındıramamaktadır [3]. Bu zorlukları aşmak için eğitimciler sınav dokümanlarını bilgisayar yardımı ile hazırlayabilir.

Otomatik sınav dokümanı üretimi için soru tipi, zorluğu, soru ağırlığı gibi parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Soru üretim işlemi literatür incelendiğinde popüler 3 temel yöntemle yapılır, bunlar Random Algorithm, Backtracking Algorithm veya Artificial Intelligence Algorithm' dir. Random algoritmaların kullanıldığı sınav soru üreticilerinde rastgelelik ön planda olduğu için tam anlamıyla verilen parametrelere uygun sınav soruları üretilmez. Bu yüzden başarı ölçme oranı oldukça düşüktür. Backtracking algoritması ile bu rastgelelik düşürülmeye çalışılmıştır. Ancak bu seferde geri izleme metodu kullanıldığından soruların oluşturulması uzun zaman almaktadır.

Otomatik Soru Kâğıdı Üretim Sistemi [4] web tabanlı ve masaüstü tabanlı sistemler ile oluşturulmuştur. Bu sistemde Shuffling algoritması kullanılmıştır. Sistem rastgele soru üretmesine rağmen aynı soruyu seçmemektedir. Bu sistemin dezavantajı sınav zorluk parametresine göre hazırlanmamış olmasıdır.

Isıl işlem algoritması tabanlı sınav kâğıdı[5] soruları Isıl işlem algoritması kullanarak optimize etmeye çalışmıştır. Sistem puan, soru tipi, zorluk, bilgi, bölüm ve süreden oluşan 6 değişkene sahiptir. Sistem zorluk seviyesi ve bölüm seçimi parametrelerini kullanarak soruları oluşturur. Zorluk seviyesi ise kolay, orta ve zor gibi genel seviyelerden oluşmaktadır. Bloom taksonomi yapısı kullanılmamıştır.

Karınca koloni algoritması tabanlı otomatik sınav kâğıdı[6] ikili karınca algoritması ile arama yaparak uygun sınav kâğıdını üretmeye çalışır. Bu sistemde ise sınav kâğıdının kalite ve zorluğu göz ardı edilip sistemin çalışma performansına öncelik verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı öğretmenlerin sınav kâğıdı hazırlama yükünü ortadan kaldırıp bu kazanılan zamanı onların öğretim tekniği ve materyallerine konsantre olmasını sağlamaktır. Çalışma klasik tabanlı sorular, çoktan seçmeli, kod çıktısı, uygulama tasarlama sorularından oluşan farklı türde ve zorlukta sorular içermektedir.

## II. PROBLEM TANIMI

Bu çalışmada Bloom's taksonomi ve genetik algoritma kullanarak genel zorluk derecesini parametre olarak farklı zorluk ve soru çeşitliliği sağlanarak otomatik sınav sorusu üretilmiştir.

### A. Bloom Taksonomi( Bloom's Taxonomy)

Eğitim amaçlı taksonomiler öğrencilerin öğretim sonunda öğrenmelerini beklediğimiz veya öğrencilerinin beklentilerini sınıflandırmak için kullanılır[7]. 1956 yılında Benjamin Bloom ve meslektaşları öğrenmede etkili olan davranış seviyelerini sınıflandıran 6 farklı seviyeli eğitim psikoloji yöntemini ortaya çıkardı.

Tablo 1. Bloom Taksonomi Sınıflandırması [2]

Level 1	Bilgi	Kolay
Level 2	Kavrama	
Level 3	Uygulama	Orta
Level 4	Analiz	
Level 5	Sentez	Zor
Level 6	Değerlendirme	

Bu sınıflandırmada en düşük seviyeden başlayan basit bilgi ve tanımadan başlayarak en yüksek düzey olan değerlendirmeye kadar karmaşılaşarak artmaktadır[8]. Bloom taksonomi sınıflandırmasında bilgi ve anlama sınıfları kolay seviye, uygulama ve analiz orta seviye, sentez ve değerlendirme ise zor seviye olarak belirlenmiştir.

Bloom taksonomisi 1990' da Bloom' un eski bir öğrencisi olan Lorin Anderson' un öncülük ettiği bir grup tarafından tekrar güncellendi. Bu taksonomi diğerinden farklı olarak hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Daha yüksek seviyelerde öğrenme sağlamak için düşük seviyedeki öğrenmeleri ön koşul olarak istemektedir. Bu hiyerarşik yapıyı göstermek için piramit yapı kullanılır ve her seviye bir önceki seviyeye dayandırıldığı için pasta tarzı yapıya bürünmüştür[9].

- Anlamadan (**Understand**) önce hatırlamalı (**Remember**)
- Uygulama (**Apply**) için anlamalı(**Understand**)
- Süreci değerlendirmek (**Evaluate**) için Analiz (**Analyze**) etmeli
- Doğru bir sonuç oluşturmak(**Create**) için kapsamlı bir değerlendirme(**Evaluate**) yapmış olmalı



Şekil 1. Güncellenen Bloom taksonomi

### B. Matematiksel Model

Çalışmada Genetik algoritma kullanıldığından uygun değerlerin hesaplanabilmesi için bir amaç fonksiyonuna ihtiyaç vardır. Bu çalışma için amaç fonksiyonu olarak aşağıda bulunan denklem kullanılmıştır.

$$\text{Min}(z)=\sum_{i=1}^{popsiz e} \alpha * (w - w_i)^2 + \beta * \left(\frac{\delta}{100}\right) \quad (2.1)$$

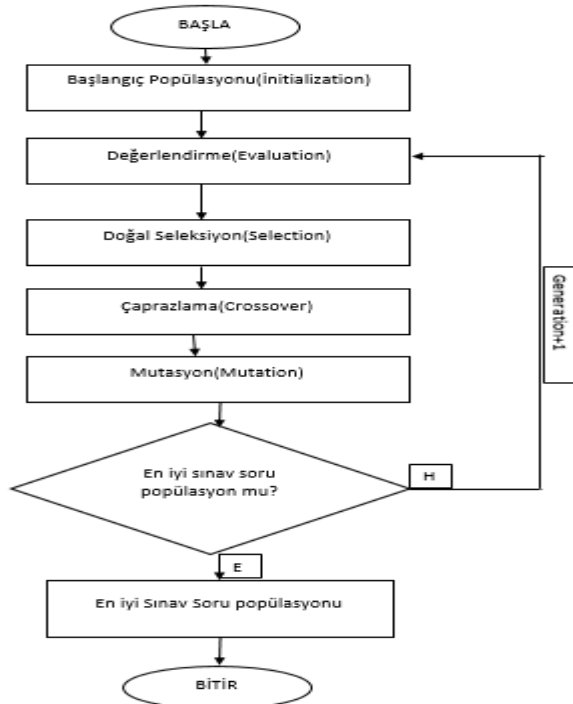
$$\alpha + \beta = 1 \quad (2.2)$$

Denkleme göre  $\alpha$  ifadesi zorluk seviyesinin katsayısı olup  $\beta$  ise çeşitlilik faktörünün katsayısıdır. Denklemden genel soru zorluk  $w$  ile her sorunun kendi zorluk seviyesi  $w_i$  ile gösterilmiştir. Soruların çeşitliliği ise formülde  $\delta$  simgesi ile gösterilmektedir.

### III. GENETİK ALGORİTMA

Genetik algoritma ilk olarak 1975 yılında Michigan Üniversitesi Prof. John Holland tarafından ileri sürülmüştür. Gelişim teorisi baz alınarak oluşturulmuştur. Daha sonrasında 1989 yılında Holland'ın öğrencisi olan David E. Goldberg tarafından algoritma genişletilerek çeşitli arama optimizasyon problemlerine uygulanmıştır.

Genetik algoritma yaşam bilimi ve mühendislik kavramlarının kesişmesiyle ortaya çıkan bir üründür. Genetik algoritma küçükten büyüğe, basitten karmaşığa, doğal yaşam biyoloji sürecini taklit ederek ve bunu temel kod ve mekanizmalar kullanarak problemlere çözüm getirebilen evrimsel süreçtir. Bu süreçte Darwin'in genetik çeşitlilik teorisi olan doğal seleksiyon ve Mendel prensiplerini kullanır[10].



Şekil 2. Genetik algoritma akış şeması ([11] dan uyarlanmıştır)

Şekil 2 de gösterilen genel genetik algoritma aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

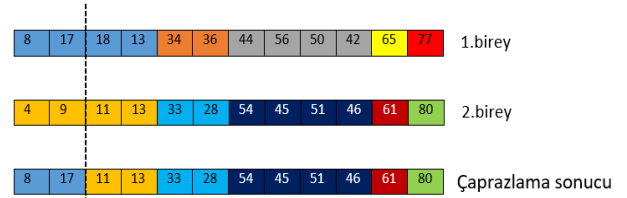
- Adım 1: Başlangıç popülasyonu (Initialization)
- Adım 2: Popülasyon değerlendirme (Evaluation)
- Adım 3: Doğal Seleksiyon (Selection)
- Adım 4: Çaprazlama uygulanması (Crossover)
- Adım 5: Mutasyon uygulanması (Mutation)
- Adım 6: En iyi popülasyon bulunana kadar 2.adımı tekrar et

İlk olarak türlerine göre filtrelenen 12 soru rastgele üretilerek başlangıç popülasyonları oluşturulmaya başlanmıştır. Buradaki her popülasyon kromozomlardan oluşur ve her kromozom kendine ait genleri barındırır. Kromozomlar sınav kağıdını temsil ederken kromozom içinde bulunan her gen ise sınav kağıdı içindeki bir soruyu temsil eder.

Başlangıç popülasyonu oluşturulduktan sonra popülasyon içindeki her kromozom bireysel olarak değerlendirilir ve uygunluk değeri hesaplanır. Uygunluk değeri matematiksel modelde belirtilen 2.1 fonksiyonu ile hesaplanır. Uygunluk değeri hesaplanırken zorluk seviyesi yakınlığı ağırlığı ve Bloom taksonomi ile soruların çeşitliliğinin sağlanması için gerekli olan ağırlıklar ayarlanır.

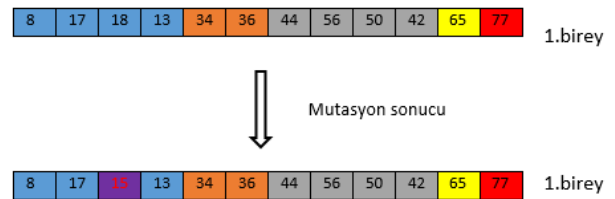
Popülasyondaki kromozomların uygunluk değerleri de hesaplanınca doğal seleksiyon uygulanır. Birey seçimi için kullanılan birçok yöntem vardır. Rulet tekerleği, turnuva yöntemi, rastgele seçim, en iyi birey seçimleri bunlardan bazılarıdır[12]. Çalışma en iyi bireyleri seçecek şekilde kullanılmıştır.

Seçim aşamasını geçen bireylere tek noktalı çaprazlama tekniği uygulanır. Bu teknikte genlerden rastgele seçilen bir nokta karşılıklı olarak değiştirilir. Çalışmada 5 tür soru tipi olduğundan her tür kendi bireyleri ile çaprazlanarak benzer bireylerin oluşmasını engeller. Çaprazlama için Şekil 3 te örnek verilmiştir.



Şekil 3. Tek noktalı çaprazlama işlemi

Çaprazlama aşamasının bitmesi ile bireyler belirlenen mutasyon oranına uygun olarak genlerde değişiklikler olur. Diğer genler aynı şekilde korunur. Çalışmamızda ise sorular kendi türleri içinde yeni sorulara dönüşürler. Mutasyon örneğimiz Şekil 4 te gösterilmiştir. Şekil 4 te verilen örnekte 3 elemanı kendi soru tipinde ve kendi içindeki soruları barındırmayan bir soru havuzundan rastgele soru seçimi yapılarak kırmızı ile belirtilen soru nosu 18 olan soru yerine mutasyon ile 15 nolu soru yerleşmiştir.



Şekil 4. Mutasyon işlemi

Bu adımdan sonra algoritma en iyi sınav soru popülasyonunu elde edene veya maksimum iterasyon sayısına ulaşana kadar Adım 2 (Değerlendirme) den devam edecektir.

### IV. BULGULAR

Bu çalışmada önerilen modelin testi için İntel i5 işlemcili 2.40 GHz hıza sahip 8 GB RAM destekli bir makine kullanılmış olup kodlama Python ile yapılmıştır. Genetik algoritma için DEAP[12]' in kütüphaneleri kullanılarak modellenmiştir.

## KAYNAKLAR

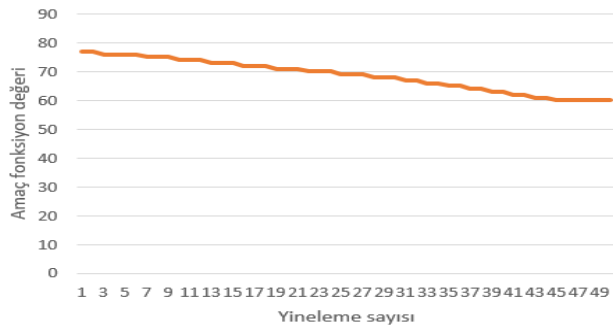
Veri seti için Bilgisayar Mühendisliği müfredatında bulunan Nesne Yönelimli dersi 80 soruluk bir havuz oluşturulmuştur. Bu sorular üç uzman tarafından değerlendirilip zorluk ve sınıflandırılmıştır. Test için genel zorluk seviyesi 6,  $\alpha = 0,5$  ve  $\beta = 0,5$  verilmiştir.

Tablo 2 de amaç fonksiyon değerlerinin başlangıç ve önerilen çözümlerin en iyi, ortalama ve en kötü değerlerini göstermektedir. Başlangıçta en iyi amaç fonksiyon değerimiz 69 iken algoritma sonucunda bu değer 60 'a kadar düşmüştür. Ortalama değer ise 73 den 63 'e düşmüştür. Hem ortalama hem de en iyi değerlerde yaklaşık %13 lük iyileştirme sağlanmıştır.

Tablo 2. Amaç fonksiyon değerleri

Başlangıç			Bitiş			İyileştirme Oranı	
Ortalama	En iyi	En kötü	Ortalama	En iyi	En kötü	En iyi	Ortalama
73	69	77	63	60	66	% 13,04	% 13,69

Şekil 5 da x eksenini yineleme sayısını, y eksenini o yinelemedeki en iyi amaç fonksiyon değerini göstermektedir. Grafik incelendiğinde 45. Yinelemeye kadar belirli bir oranda azalmış sonra yerel optimum değerini yakalamıştır.



Şekil 5. Uygunluk değeri grafiği

## V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ölçme ve değerlendirme, bireylerin yeteneklerinin ve kariyer eğilimlerinin ortaya çıkartılmasında büyük önem arz etmektedir. Bunun için sınavların, öğrencilerin bilgi ve becerilerini ölçebilen bir sistem dâhilinde tasarlanması gerekmektedir. Bunun için sınavların, öğrencilerin bilgi ve becerilerini ölçebilen bir sistem dâhilinde tasarlanması gerekmektedir. Bu çalışmamızda Genetik Algoritma kullanılarak sınavların Bloom taksonomisinde tanımlı bilişsel yetenekleri ölçecek sorularla otomatik olarak tasarlanması sağlanmıştır. Bloom Taksonomisine göre sorularda çeşitliliği ve belirlenen genel zorluk seviyesine ne kadar yaklaştığını ölçmek için uygun bir amaç fonksiyonu önerilmiştir. Önerilen model Bilgisayar Mühendisliği müfredatında Nesneye Yönelik Programlama dersine ait soru havuzuna uygulanmış ve ilk popülasyonda oluşan rastgele sınav tasarımından yaklaşık %13 daha iyi sonuçlar alınmıştır. Bununla birlikte soru havuzundan otomatik test tasarımında, ölçme-değerlendirmeyle ilgili daha fazla parametre (soruların kazanımları, öğrenme çıktıları, vb. gibi) ve farklı optimizasyon teknikleri ile çalışmanın genişletilmesine ve performans iyileştirici tekniklere ihtiyaç vardır.

- [1] (2019) Yüksek Öğretim Kurumu website. [Online]. Available: <https://istatistik.yok.gov.tr/>
- [2] Rahim, T.A., Aziz, Z.A., Rauf, R.H., & Shamsudin, N. Automated exam question generator using genetic algorithm. 2017 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e), 12-17, 2017.
- [3] Immanuel and Tilasi.B, "Framework for Automatic Examination Paper Generation System," International Journal of Computer Science and Technology, vol. 6, no. 1, pp. 128-130, 2015..
- [4] K. Naik, S. Sule, S. Jadhav and S. Pandey, "Automatic Question Paper Generation System using Randomization Algorithm," International J. Yang, "Design on Generating Test Paper Based on Simulated Annealing Algorithm," in International Conference on Civil, Materials and Environmental Sciences (CMES 2015), 2015.
- [5] Journal of Engineering and Technical Research (JETR), vol. 2, no. 12. Liu, D., Wang, J., & Zheng, L. "Automatic Test Paper Generation Based on Ant Colony Algorithm". Journal of Software, vol. 8, pp 2600-2606, 2013.
- [6] D. R. Krathwohl, "A revision of Bloom's taxonomy: An overview. Theory into practice," Vol. 4 41, pp. 212-218, 2002.
- [7] Bloom, B. S., Englehart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R.. *The Taxonomy of educational objectives, handbook I: The Cognitive domain*. New York: David McKay Co., 1956
- [8] (2019) The University of Arkansas website. [Online]. Available: <https://tips.uark.edu/using-blooms-taxonomy/>
- [9] L. Han and X. Li, "The Analysis of Exam Paper Component Based on Genetic Algorithm," 2014 Fourth International Conference on Communication Systems and Network Technologies, Bhopal, 2014, pp. 561-564.
- [10] Hermawanto, D. (2013). Genetic Algorithm for Solving SimpleMathematical Equality Problem. *ArXiv, abs/1308.4675*.
- [11] (2019) DEAP website. [Online]. Available: <https://deap.readthedocs.io/en/master/api/tools.html#deap.tools.selBest>