

# ŞARKI SÖZÜ EZBERLEME SÜRECİNİN SİSTEM DİNAMİĞİ YAKLAŞIMIYLA MODELLENMESİ

Hazırlayan: Bengü Özsubaşı Pek

Sistem Dinamikleri

Aralık 2025

## ÖZET

Bu çalışma, insan hafızasındaki bilgi birikimi ve unutma süreçleri arasındaki dinamik ilişkiyi incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, bir dinleyicinin şarkı sözlerini ezberleme süreci, stok ve akış diyagramları kullanılarak modellenmiştir. Birinci dereceden negatif geri besleme yapısına sahip olan bu model üzerinden; denge durumu analizi, parametre tahmini ve duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir.

## 1. GİRİŞ VE PROBLEM TANIMI

Bu projede, Victor isimli bir öznenin İtalyan operası arylarını dinlerken kelimeleri hafızasına alma ve zamanla unutma dinamikleri ele alınmıştır.

Sistemin temel davranışı şu şekilde gözlemlenmiştir:

- Şarkı başladığında kelimeler hafızaya alınmaya başlar (Giriş Akışı).
- Hafızadaki kelime sayısı arttıkça, daha önce ezberlenen kelimelerin unutulma oranı artar (Çıkış Akışı).
- Süreç ilerledikçe sistem bir denge noktasına ulaşır.

Bu çalışmanın amacı, söz konusu dinamik yapıyı matematiksel olarak modellemek, sistemin zaman sabitini hesaplamak ve farklı senaryolar altındaki davranışını analiz etmektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, sistem davranışını analiz etmek için Sistem Dinamiği metodolojisi kullanılmıştır. Modelleme aracı olarak iThink / STELLA yazılımı tercih edilmiştir.

### 2.1. Model Yapısı

Sistem, birinci dereceden negatif geri beslemeli bir yapı olarak kurgulanmıştır. Modelin temel bileşenleri şunlardır:

- Stok (Seviye Değişkeni):** Hatırlanan Kelimeler (Victor'un o an hafızasında tuttuğu toplam kelime sayısı).
- Giriş Akışı (Inflow):** Ezberleme Hızı. Şarkının temposuna bağlı olarak Victor'un hafızasına giren kelime akışıdır (Kelime/Saniye).
- Çıkış Akışı (Outflow):** Unutma Hızı. Victor'un hafızasından silinen kelime sayısıdır (Kelime/Saniye).
- Parametre (Dönüştürücü):** Unutma Zamanı (Time Constant). Bir kelimenin hafızada kalma süresini temsil eden karakteristik bir sabittir.

### 3. BULGULAR VE SENARYO ANALİZLERİ

#### 3.1. Model Kalibrasyonu ve Parametre Tahmini (Zaman Sabiti)

Modelin doğruluğunu test etmek ve bilinmeyen parametreleri belirlemek amacıyla Victor'un geçmiş deneyimlerinden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Girdi Verisi: Şarkı hızı (Ezberleme Hızı) = 0.5 kelime/saniye.

Gözlem: 3 dakika ve üzeri (uzun dönem) dinlemelerde hatırlanan kelime sayısı 45 kelime civarında dengelenmektedir (Denge Durumu).

Denge durumunda stoktaki değişim sıfırdır. Bu ilişki kullanılarak Unutma Zamanı ( $\tau$ ) hesaplanmıştır:

$$Giriş = \frac{Stok_{denge}}{\tau} \rightarrow 0,5 = \frac{45}{\tau} \rightarrow 90 \text{ saniye}$$

Sistemin zaman sabiti 90 saniye olarak bulunmuştur.

#### 3.2. Simülasyon Analizi

Kalibre edilen model ile 10 dakikalık (600 saniye) bir dinleme süreci simüle edilmiştir. Birinci dereceden sistemlerde, geçen süre zaman sabitinin ( $\tau$ ) 3 katını aştığında ( $t > 3\tau$ ) sistem denge değerinin %95'ine ulaşır.

Bu senaryoda  $t = 600$  sn ve  $\tau = 90$  sn olduğundan ( $t \approx 6,6\tau$ ) sistemin tam dengeye ulaştığı görülmüştür. Sonuç olarak Victor, 10. dakikanın sonunda teorik üst sınır olan 45 kelimeyi hatırlamaktadır.

#### 3.3. Duyarlılık Analizi 1: Giriş Hızının Değişimi

Sistemin giriş hızındaki değişikliğe tepkisi, daha hızlı bir müzik türü (2 kelime/saniye) ile test edilmiştir. Unutma zamanının (90 sn) sabit kaldığı varsayılmıştır.

Sonuç: Sistem yine bir dengeye ulaşacaktır, ancak yeni denge noktası daha yüksek olacaktır.

$$\text{Yeni Stok} = 2 \text{ kelime/sn} \times 90 \text{ sn} = 180 \text{ Kelime}$$

#### 3.4. Duyarlılık Analizi 2: Zaman Sabitinin Değişimi

Şarkı dilinin değişmesi (İngilizce vs. İtalyanca) durumunda Unutma Zamanının artacağı (daha geç unutma) varsayılmıştır.

Sonuç: Victor, aynı uzunluktaki bir şarkı için eskiye göre daha yavaş unutacak ve hafızasında daha fazla kelime tutabilecektir.

### 4. SONUÇ

Bu proje ile basit bir ezberleme süreci, sistem dinamiği prensipleriyle başarılı bir şekilde modellenmiştir. Analizler, hafızada tutulan bilgi miktarının sadece giriş hızına (öğrenme çabası/şarkı hızı) değil, aynı zamanda bilginin kalıcılığına (unutma zaman sabiti) doğrusal olarak bağlı olduğunu göstermiştir. Çalışma, bilişsel süreçlerin matematiksel olarak ifade edilebilirliğini ve simülasyon yoluyla öngörülebilirliğini kanıtlamaktadır.