**BIL 430 - Sistem Modelleme ve Simülasyon Dersi**

**Final Ödev Çalışması**

**KONU BAŞLIĞI**

**Ad Soyad: Murad Eyvazli**

**Öğrenci Numarası: 2111012815**

**Bölüm Adı: Bilgisayar Mühendisliği**

**Isparta**

### Antibiyotik Direnci Yayılım Modeli

**Matematiksel Temeller, JavaScript Simülasyonu**

#### Özet

Antibiyotik direnci (AD), modern tıbbın tedavi araçlarını hızla etkisizleştirerek 2019’da 1,27 milyon doğrudan ölüme yol açmış, toplamda 4,95 milyon ölümle ilişkilendirilmiştir. Kontrolsüz kalırsa 2050’de yılda 10 milyon can kaybı beklenmektedir.[who.int](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance?utm_source=chatgpt.com) Bu rapor, duyarlı (S) ve dirençli (R) bakteri alt popülasyonlarını içeren lojistik–mutasyon temelli diferansiyel denklem sistemini sunmakta; JavaScript ile geliştirilen görsel simülasyonu tanıtmakta ve halk-sağlığı politikaları için çıkarımlar üretmektedir.

### 1 | Giriş

Antibiyotiklerin yaygın ve yanlış kullanımı, bakterilerin genetik ve biyokimyasal savunmalar geliştirmesine zemin hazırlamıştır. Ekonomik modellemeler, küresel direnç maliyetinin “gizli bir salgın” niteliğinde olduğunu ortaya koyar; Smith ve Coast (2013), tedavi seçeneklerinin daralmasının sağlık harcamaları üzerindeki gerçek bedelini vurgular.[pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23479660/?utm_source=chatgpt.com)

2 | Matematiksel Model(Ördek. Gerçekten ördek☺)

| **Sembol** | **Tanım** | **Varsayılan Değer** |
| --- | --- | --- |
| rSr\_SrS​ | Duyarlı üreme hızı | 0,6 |
| rRr\_RrR​ | Dirençli üreme hızı | 0,3 |
| KKK | Taşıma kapasitesi | 1000 |
| kkk | Antibiyotik öldürme katsayısı | 0,5 |
| mmm | S → R mutasyon oranı | 0,02 |
| ddd | Dirençli ölüm oranı | 0,1 |

Model, Igler ve ark.’nın çok-adımlı mutasyon senaryolarının tedavi başarısına etkisini gösteren bulguları ile tutarlıdır.[pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34001313/)

### 3 | Sayısal Uygulama

metin, yazı tipi, ekran görüntüsü, sayı, numara içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulmuş içerik yanlış olabilir.**3.1 Euler Yöntemi ve Kod**  
Aşağıdaki fonksiyon diferansiyel sistemi ileri Euler ile çözer ve grafiğe hazır veri dizileri üretir:

javascript

Копировать код

// Euler simülasyonu

function runSimulation(p) {

let { rS, rR, K, k, m, d, S0, R0, tMax, dt } = p;

let S = S0, R = R0;

const time = [], sensitive = [], resistant = [];

for (let t = 0; t <= tMax; t += dt) {

time.push(t.toFixed(1));

sensitive.push(S);

resistant.push(R);

const dS = rS\*S\*(1 - (S+R)/K) - k\*S - m\*S;

const dR = rR\*R\*(1 - (S+R)/K) + m\*S - d\*R;

S += dS\*dt; R += dR\*dt;

}

return { time, sensitive, resistant };

}

``` :contentReference[oaicite:13]{index=13}

Grafik oluşturma ise Chart.js ile desteklenmiştir, tam ölçekli ve duyarlı tasarım sağlar.:contentReference[oaicite:14]{index=14}

**\*\*3.2 XSS-Güvenli Arama Alanı\*\***

HTML arayüzünde `<input type="search">` elemanı `pattern="[^<>]+"` ile tanımlanarak `<` ve `>` karakterleri engellenmiş, temel XSS koruması eklenmiştir.:contentReference[oaicite:15]{index=15}

#### 4 | Simülasyon Bulguları

| **Senaryo** | **Temel Etki** |
| --- | --- |
| **k ↑** (yüksek antibiyotik dozu) | Duyarlı bakteri popülasyonu (S) kısa sürede tükenir; dirençli popülasyon (R) baskın hâle gelir. |
| **m ↑** (yüksek mutasyon oranı) | S → R dönüşümü hızlanır, dirençli grup erken dönemde yükselir; toplam popülasyon dalgalanması artar. |
| **r<sub>R</sub> < r<sub>S</sub>** | Direnç yayılımı yavaşlar; ancak antibiyotik baskısı devam ettiği sürece R yine baskınlığını ele geçirir. |
| **K ↑** (taşıma kapasitesi artışı) | Kaynak bolluğu S ve R’yi birlikte büyütür; rekabetin şiddeti de artar. |

Allen ve arkadaşlarının “collateral sensitivity” ilkeleri (Allen et al., 2021) parametrik ayarlamalarla direnç evrimini yavaşlatma potansiyelini göstermektedir.

5 | Kaynaklar

Allen, R. C., Pfrunder-Cardozo, K. R., & Hall, A. R. (2021). Collateral sensitivity interactions between antibiotics depend on local abiotic conditions. mSystems, 6(3), e01055-21. https://doi.org/10.1128/mSystems.01055-21

Igler, C., Rolff, J., & Regoes, R. R. (2021). Multi-step vs. single-step resistance evolution under different drugs. eLife, 10, e64116. https://doi.org/10.7554/eLife.64116

Smith, R., & Coast, J. (2013). The true cost of antimicrobial resistance. BMJ, 346, f1493. https://doi.org/10.1136/bmj.f1493

World Health Organization. (2023). Antimicrobial resistance: Fact sheet. Retrieved June 17, 2025, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Ornek html tabanli site dosyalarda bulunmaktadir