

2. Gün

1. Ders:

SIR modeli



Bulaşıcı hastalık dinamiklerinin R'de modellenmesi üzerine kısa kurs

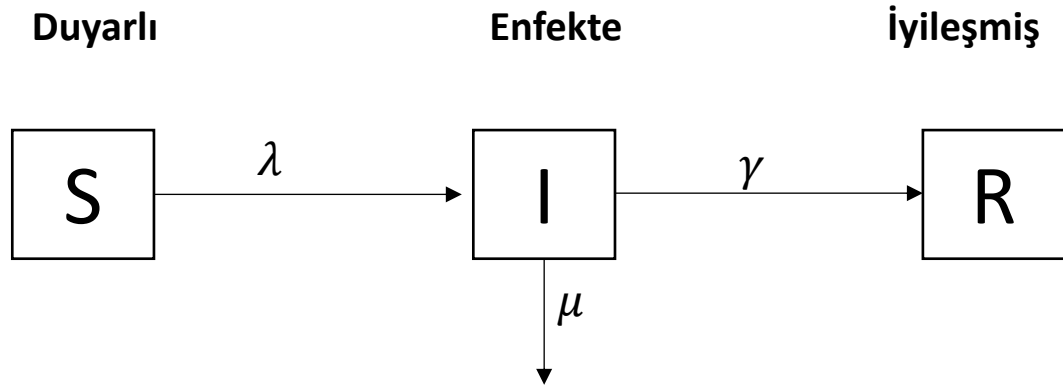
Ankara, Türkiye, Eylül 2025

Dr Juan F Vesga

Oturumun amaçları

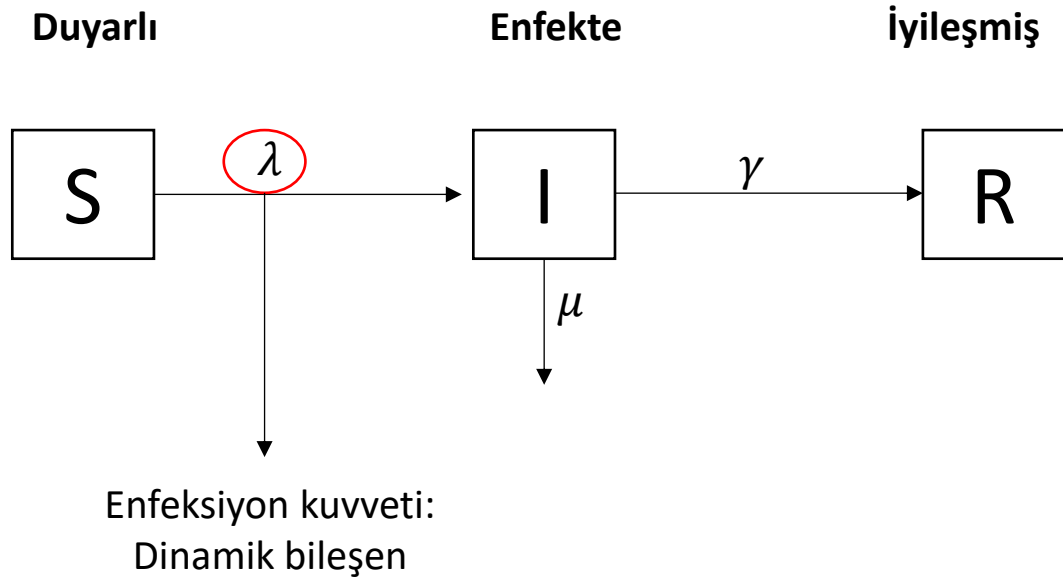
- SIR modelinde bulaşma sürecinin ne olduğunu öğrenmek
- SIR modelinin varsayımlarını anlamak
- Enfeksiyon kuvvetini ve bileşenlerini tanımlamak

SIR modeli



- Bir kohort modelinde doğrusal geçişleri inceledik $I \rightarrow R$
- Bulaşma sürecini ne başlatır?

Enfeksiyon Kuvveti (FOI)



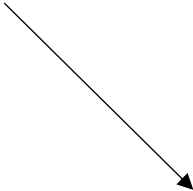
- FOI'deki bir artış herhangi bir S'nin enfekte bir insanla karşılaşma ihtimalindeki artışı yansıtmalıdır
- Bunu nasıl yaparız?

Enfeksiyon Kuvvetinin (FOI) bileşenleri

$$\lambda =$$

Enfeksiyon Kuvvetinin (FOI) bileşenleri

Temas başına bulaşma
olasılığı



A thin black arrow points from the text 'Temas başına bulaşma olasılığı' to the variable p in the equation below.

$$\lambda = p$$

Enfeksiyon Kuvvetinin (FOI) bileşenleri

Temas başına bulaşma olasılığı

Birim zaman başına ortalama temas oranı

$$\lambda = pc$$

Enfeksiyon Kuvvetinin (FOI) bileşenleri

Diagram illustrating the components of the Force of Infection (FOI) equation:

$$\lambda = pc \frac{I}{N}$$

Labels and their corresponding variables:

- Temas başına bulaşma olasılığı (p)
- Birim zaman başına ortalama temas oranı (c)
- Enfekte kişi sayısı (I)
- Toplam popülasyon (N)

Relationship shown:

$$I/N = \text{Prevalans!!}$$

Enfeksiyon Kuvvetinin (FOI) bileşenleri

The diagram illustrates the components of the Infection Force Index (FOI) equation, $\lambda = pc \frac{I}{N}$. The variables are defined as follows:

- λ : Enfeksiyon Kuvveti (Infection Force)
- p : Temas başına bulaşma olasılığı (Probability of infection per contact)
- c : Birim zaman başına ortalama temas oranı (Average contact rate per unit time)
- I : Enfekte kişi sayısı (Number of infected individuals)
- N : Toplam popülasyon (Total population)

Additional notes:

- Genellikle tahmin etmesi zordur (Usually difficult to estimate) - points to p and c

Enfeksiyon Kuvvetinin (FOI) bileşenleri

Birim zaman başına
enfeksiyon oranı
 $\beta = pc$

Enfekte kişi sayısı

$$\lambda = \frac{\beta I}{N}$$

Toplam popülasyon

Enfeksiyon Kuvvetinin (FOI) bileşenleri

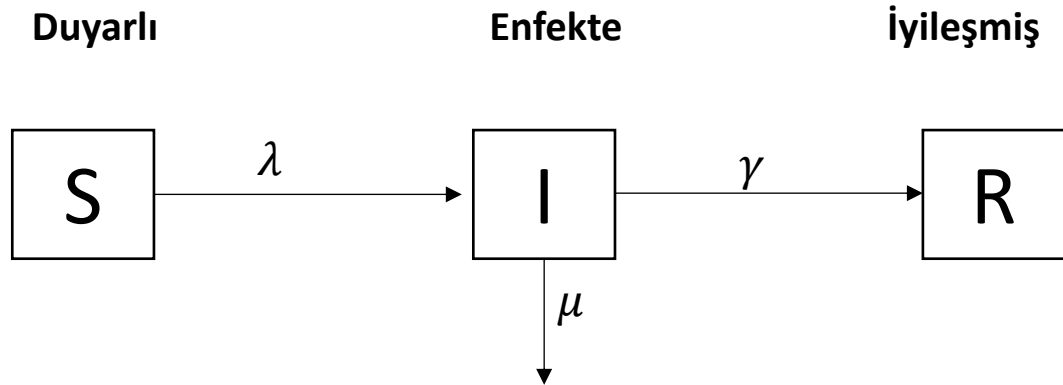
Enfeksiyon oranı
bir sabittir

$$\lambda = \frac{\beta I}{N}$$

I durum değişkenidir

- Küçük I küçük λ demektir
- FOI zaman içinde değişir
- λ 'nın diğer model değişkenlerinin bir fonksiyonu olmasını sağlarız

SIR modelindeki geçişler



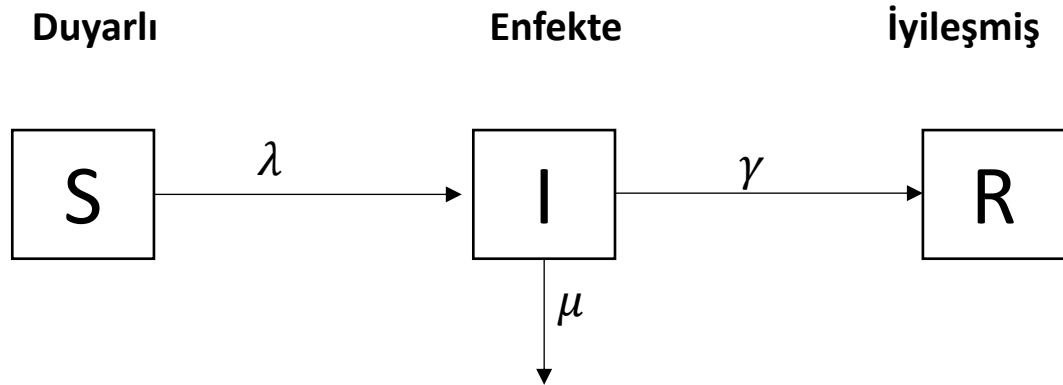
I'dan R'ye doğrusal geçiş:
 $I\gamma$

S'den I'ya doğrusal olmayan
geçiş:

$$S\lambda = S\beta \frac{I}{N}$$

Bu, bulaşma modelinin
motorudur!!

SIR için diferansiyel denklemler



$$\frac{dS}{dt} = -S\lambda(t)$$

$$\frac{dI}{dt} = S\lambda(t) - I\mu - I\gamma$$

$$\frac{dR}{dt} = I\gamma$$

Şununla
aynı..

$$\frac{dS}{dt} = -S\beta \frac{I}{N}$$

$$\frac{dI}{dt} = S\beta \frac{I}{N} - I\mu - I\gamma$$

$$\frac{dR}{dt} = I\gamma$$

SIR modelinden öğrenilen dersler

- 1) $\lambda = pc \frac{I}{N}$ ise c 'nin daha büyük olduğu bir popülasyonda aynı enfeksiyon daha yüksek bir enfeksiyon kuvveti ile sonuçlanacaktır
- 2) Benzer şekilde, p 'yi etkileyen patojenin biyolojik faktörleri farklı enfeksiyonların aynı popülasyonda farklı FOI'lara sahip olacağı anlamına gelir

SIR modelindeki varsayımlar

- 1) $S\lambda$ geçişi enfeksiyon riskinde homojenlik olduğunu varsayar. (nedenini düşünün!)
- 2) $\lambda = pc \frac{I}{N}$ ise bir kişinin her gün karşılaşılabileceği enfekte kişi oranının prevalansa eşit olduğu anlamına gelir (iyi karışmış popülasyon).
 - a) Enfekte (hasta insan) oranının izole edilmesini veya daha az temas içinde olmasını beklemeliyiz
 - b) Bu, temasta homojenlik varsayımıdır.
- 3) p çok daha ayrıntılı düzeyde tahmin edilebilir (nedenini düşünün!)

Şimdiye kadar bilmemiz gerekenler

- SIR modelinin ne olduğu
- Enfeksiyon kuvvetinin ne olduğu
- Enfeksiyon kuvvetinin bileşenleri
- SIR modelinin arkasındaki temel varsayımlar