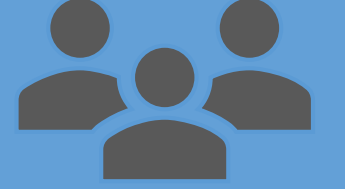


2. Gün

2. Ders:

Salgın hastalığın aşamalarını anlamak



Bulaşıcı hastalık dinamiklerinin R'de modellenmesi üzerine kısa kurs

Ankara, Türkiye, Eylül 2025

Dr Juan F Vesga

Oturumun amaçları

- Salgınların ortaya çıkma nedenini anlamak
- Salgınların pik yapma nedenini anlamak
- Salgınların azalma nedenini anlamak
- Sürü bağışıklığı kavramını incelemek
- R_0 ve R_{eff} 'yi anlamak

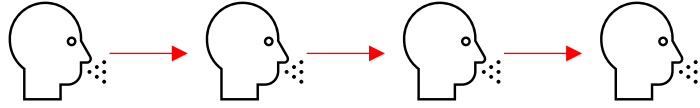
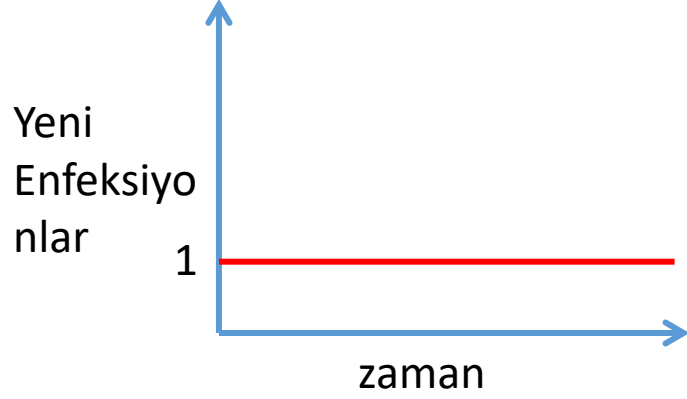
Salgınların ortaya çıkmasına neden olan etmenler nelerdir?

- Enfeksiyon oranı -> bulaşma!
- Fırsat penceresi -> enfeksiyon dönemi!

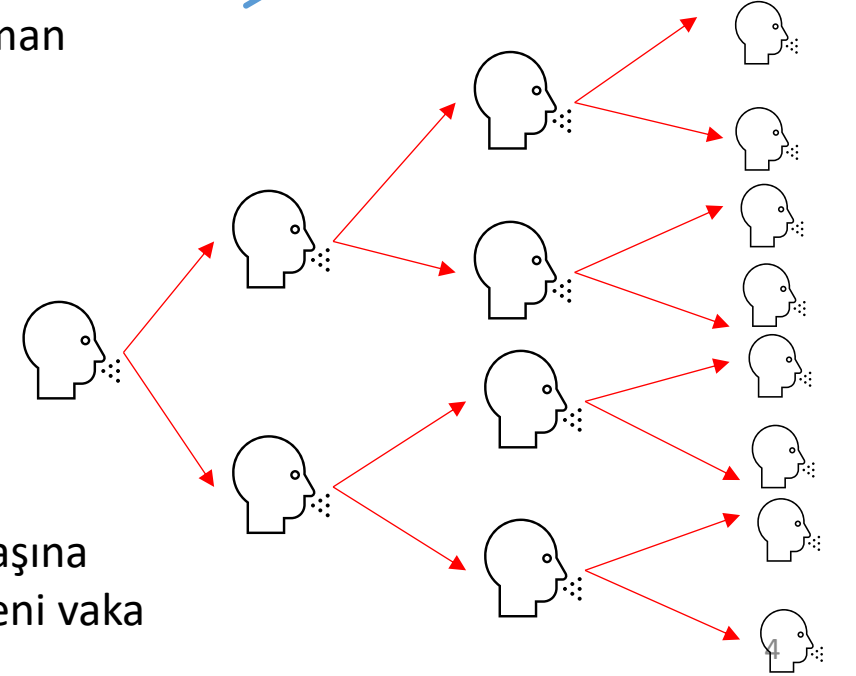
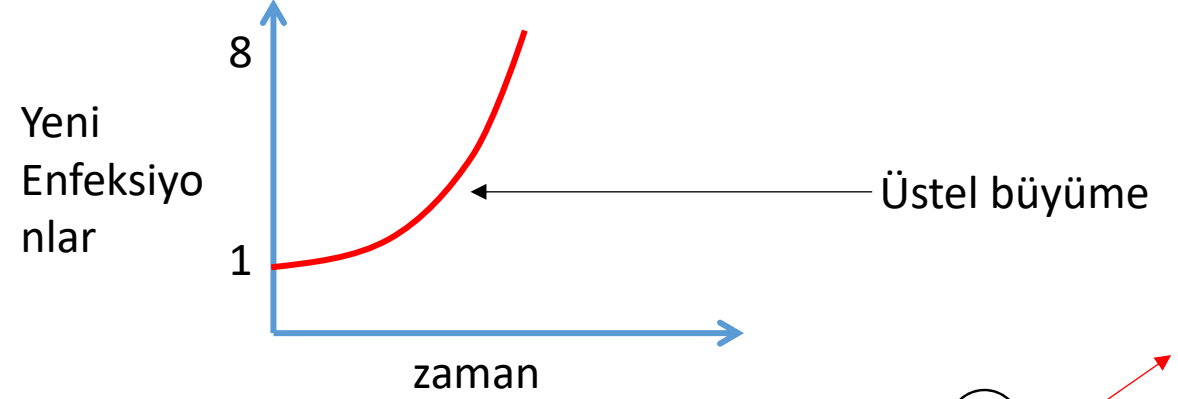
Genel anlamda salgın bir patojenin bu fırsat penceresinde yeterince hızlı bir şekilde bulaşabilmesi durumunda başlar

- Virülans davranışları gibi başka faktörler de rol oynar.

Salgınların ortaya çıkmasına neden olan etmenler nelerdir?



Enfeksiyon başına ortalama 1 yeni vaka



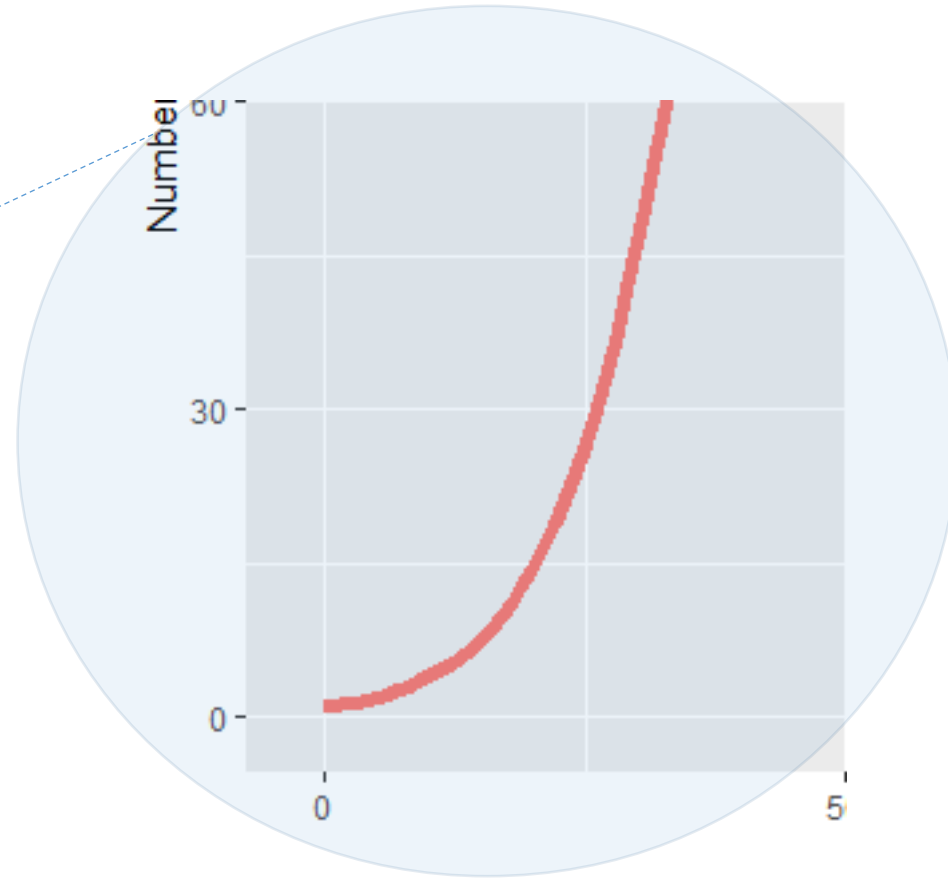
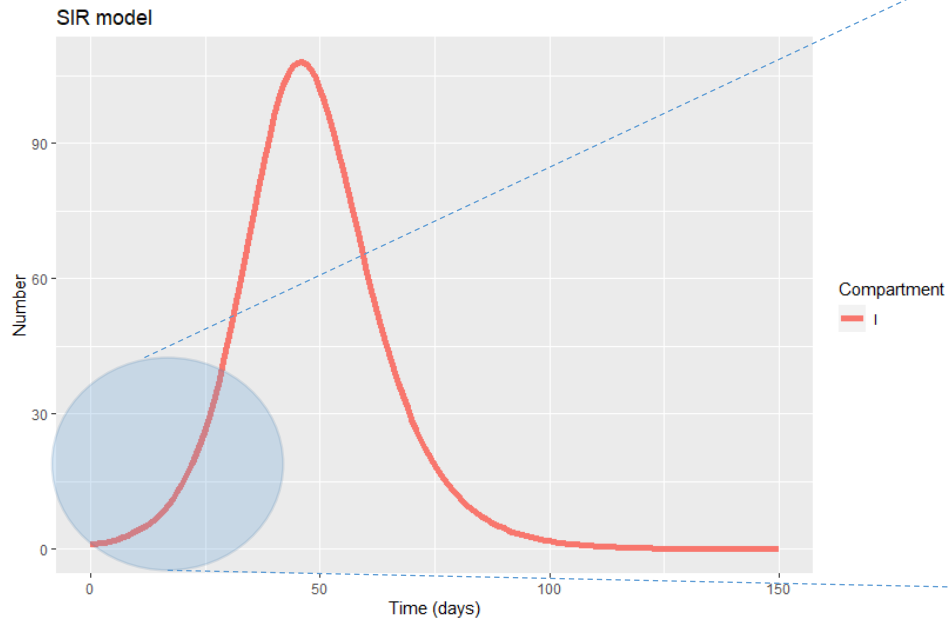
Enfeksiyon başına ortalama 2 yeni vaka

R_0 (temel üreme numarası)

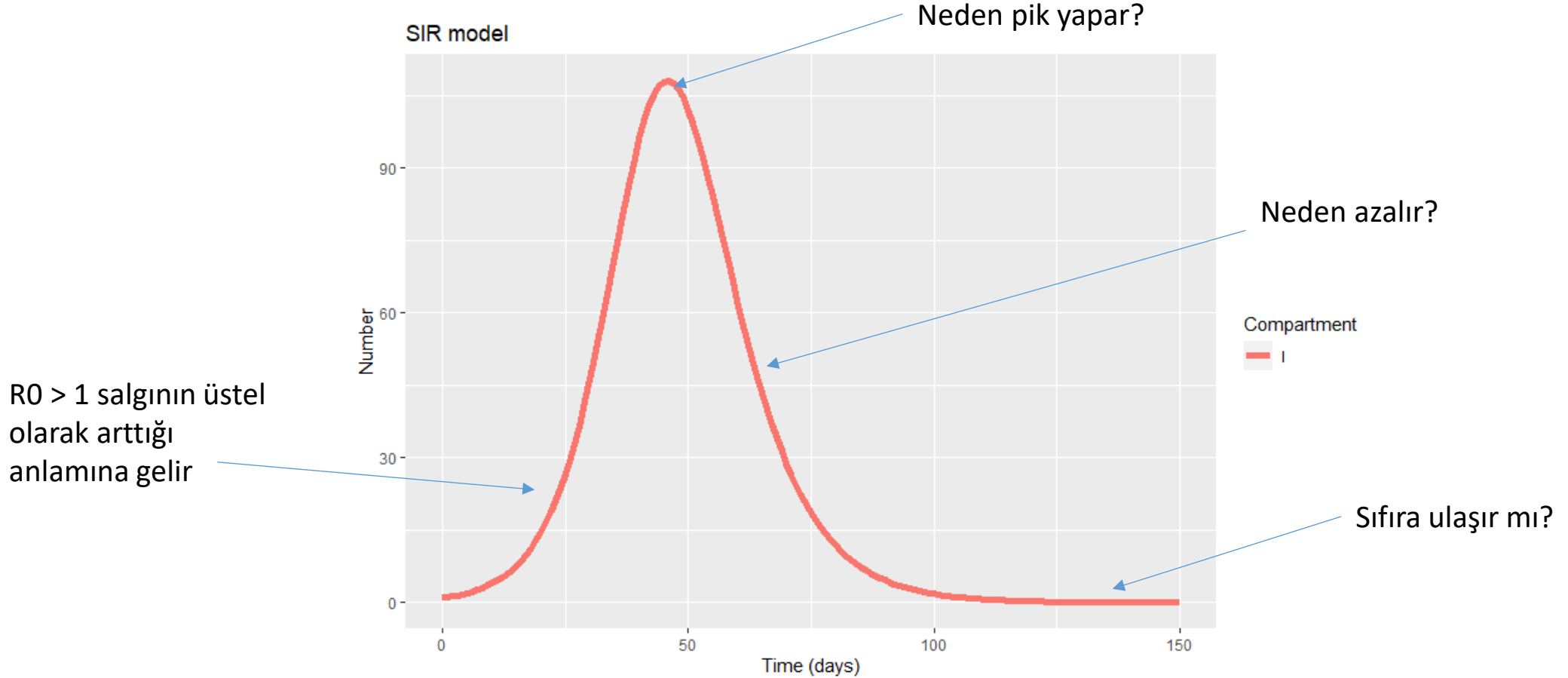
Tamamen duyarlı bir popülasyonda tek bir enfekte vakanın sebep olduğu sekonder enfeksiyonların ortalama sayısı

- $R_0 > 1$ ise salgın başlar
- $R_0 < 1$ ise salgın yok olur

Salgının üstel artışı

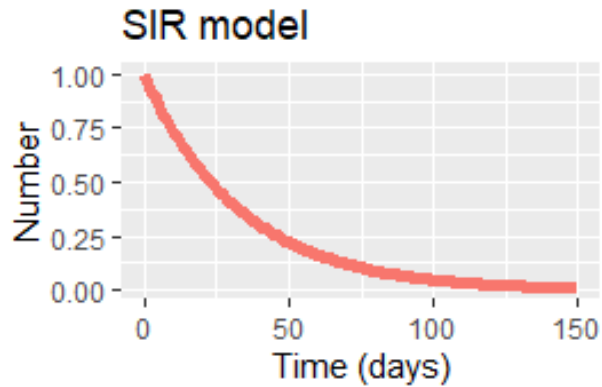


Aşamalar nelerdir?

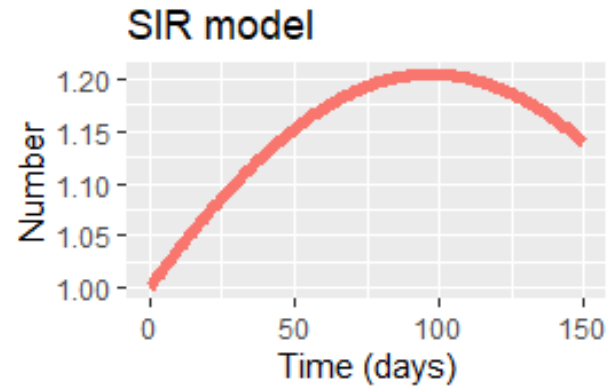


Salgın artışı ve R_0

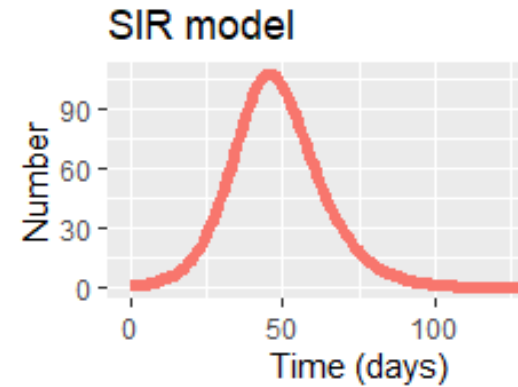
$R_0 = 1$



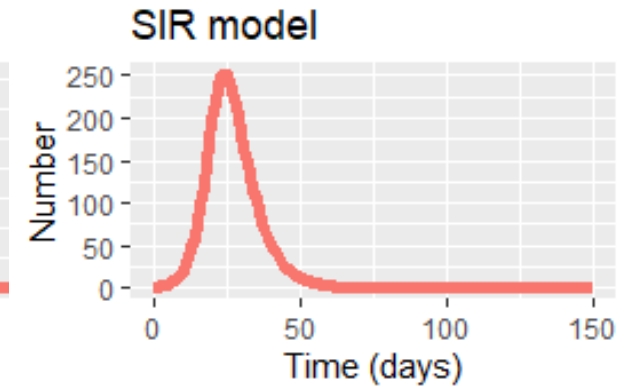
$R_0 = 1.2$



$R_0 = 2$

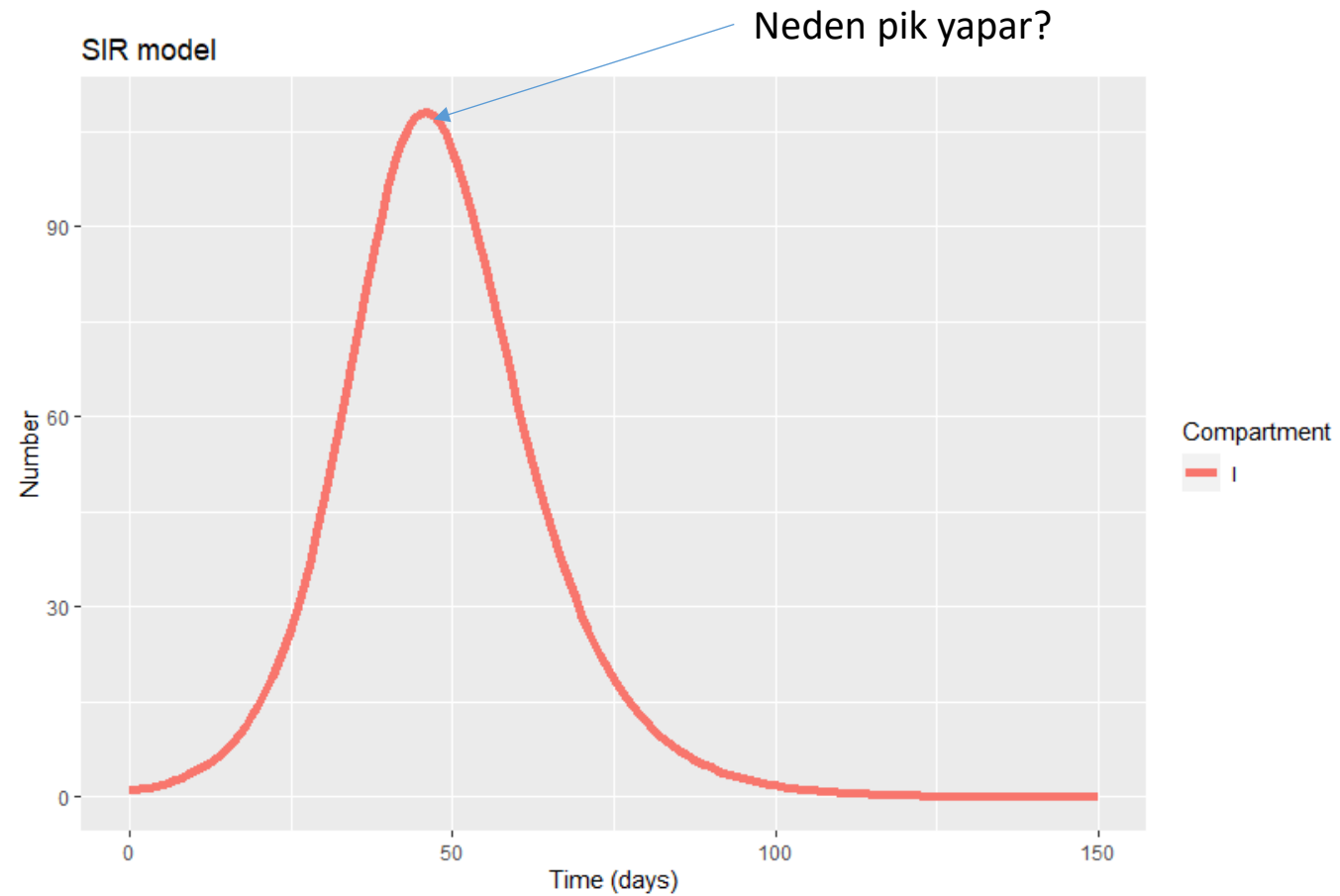


$R_0 = 3$



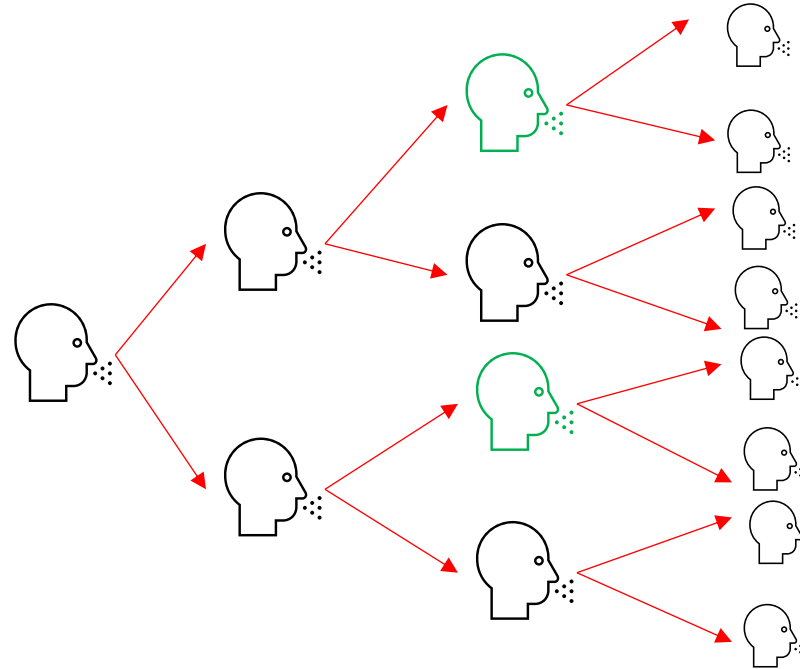
Kapalı popülasyonlu bir SIR modeli için R_0 'ın farklı varsayımları altında enfekte kişi sayısının davranışı

Salgın piki



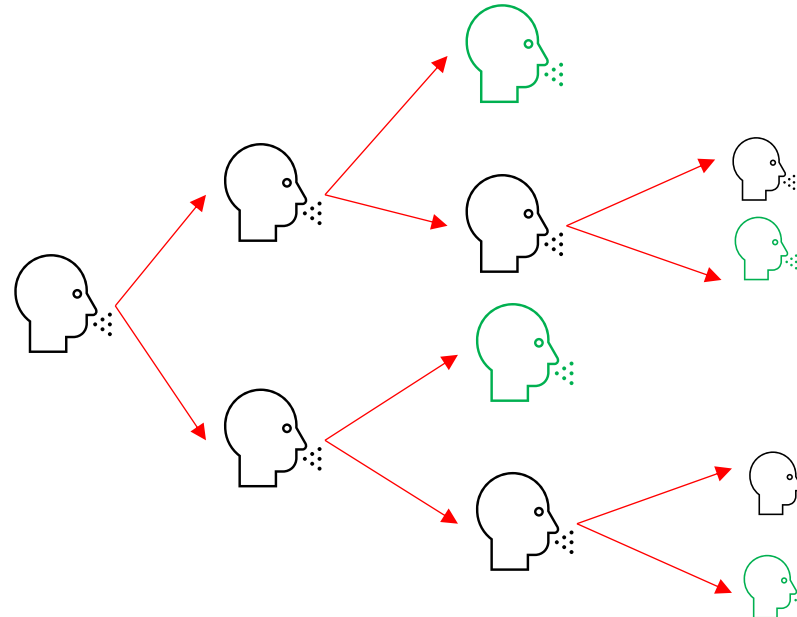
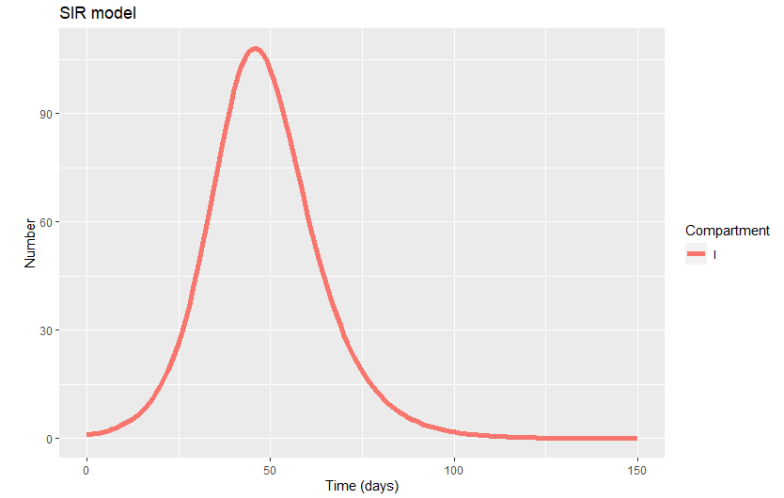
Salgın piki

- R_0 'ın salgın artışında bir rol oynadığını biliyoruz.
- İkinci etmen bağışıklıktır



Salgın piki

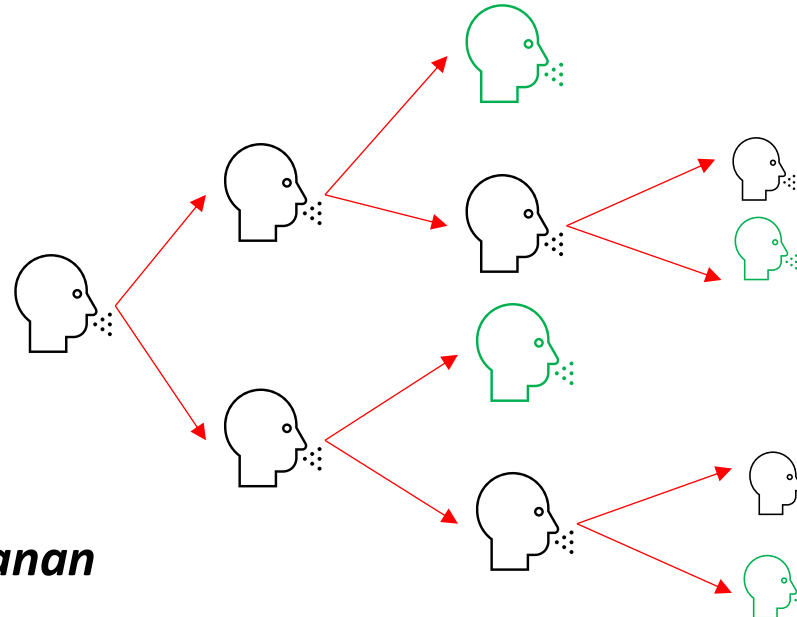
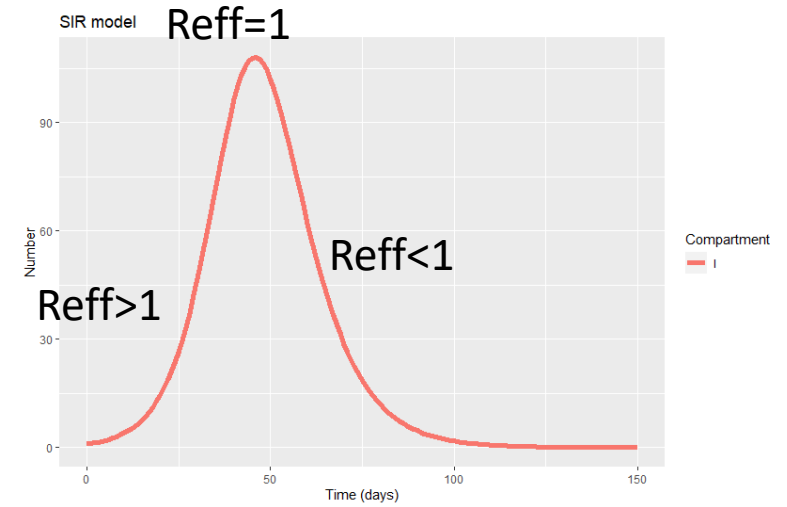
- R_0 'ın salgın artışında bir rol oynadığını biliyoruz.
- İkinci etmen bağışıklıktır
- Pik noktasında popülasyondaki duyarlı fraksiyon her bir enfekte vaka için R_0 'ı sağlamakta yetersizdir



Salgın piki

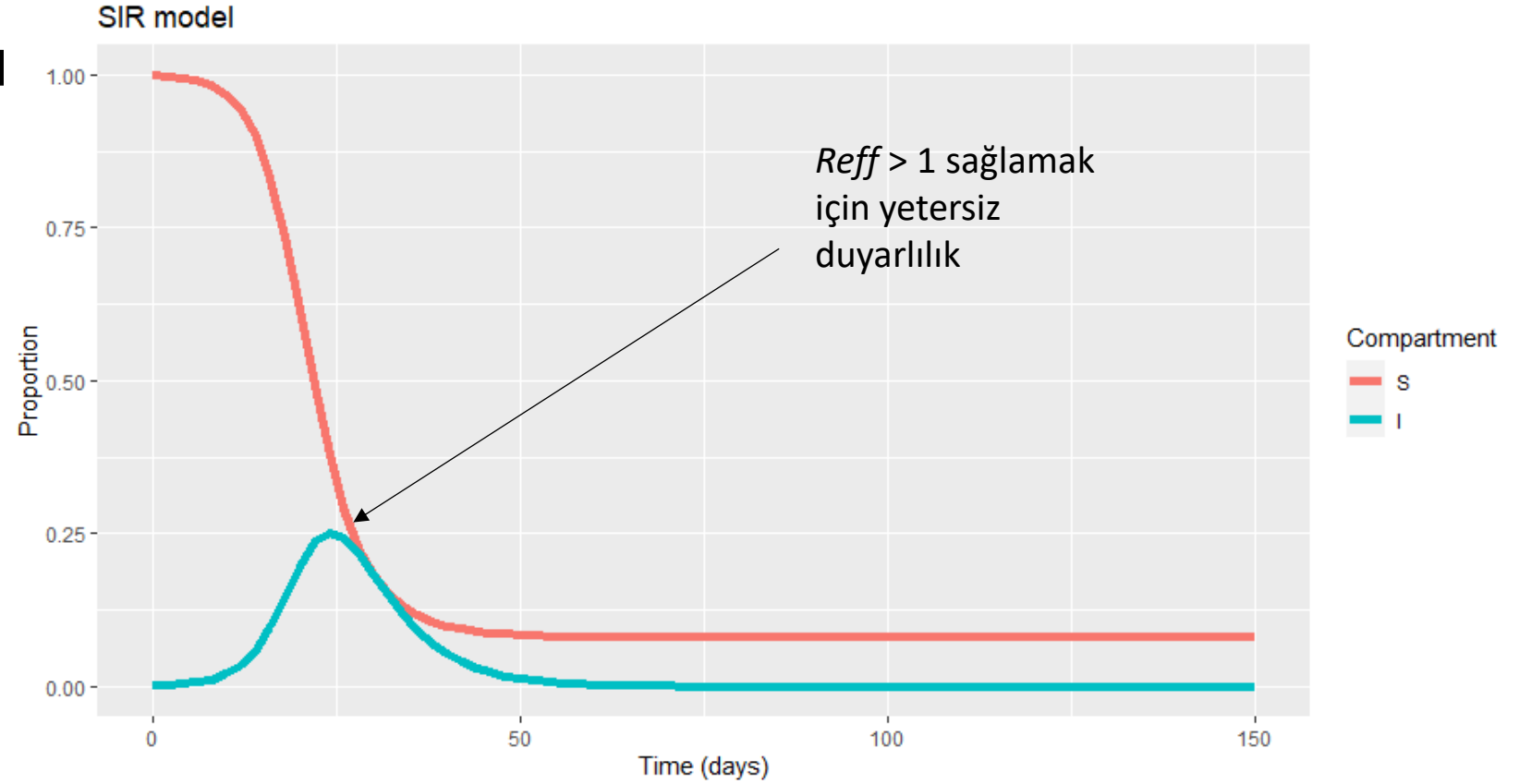
- R0 tamamen duyarlı popülasyon için tanımlanır
- Bağışıklık bir rol oynadığında R_{eff} 'i tanımlayabiliriz
- Duyarlılığın azalması salgının yol olmasına neden olur

R_{eff} belirli bir zamanda enfekte vakadan kaynaklanan sekonder vakaların ortalama sayısıdır



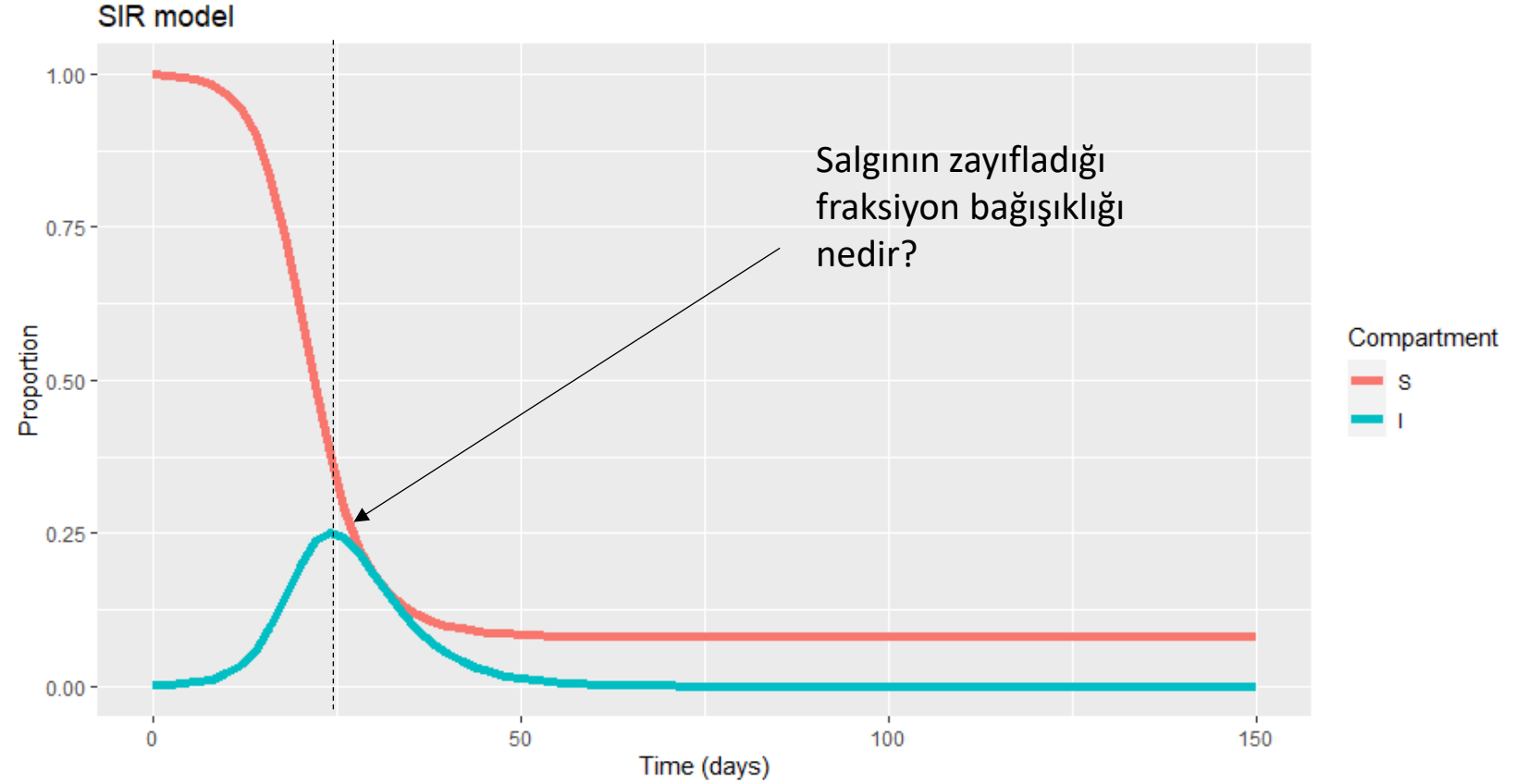
Salgın piki

- Herkes enfekte olur mu?
- Hayır!

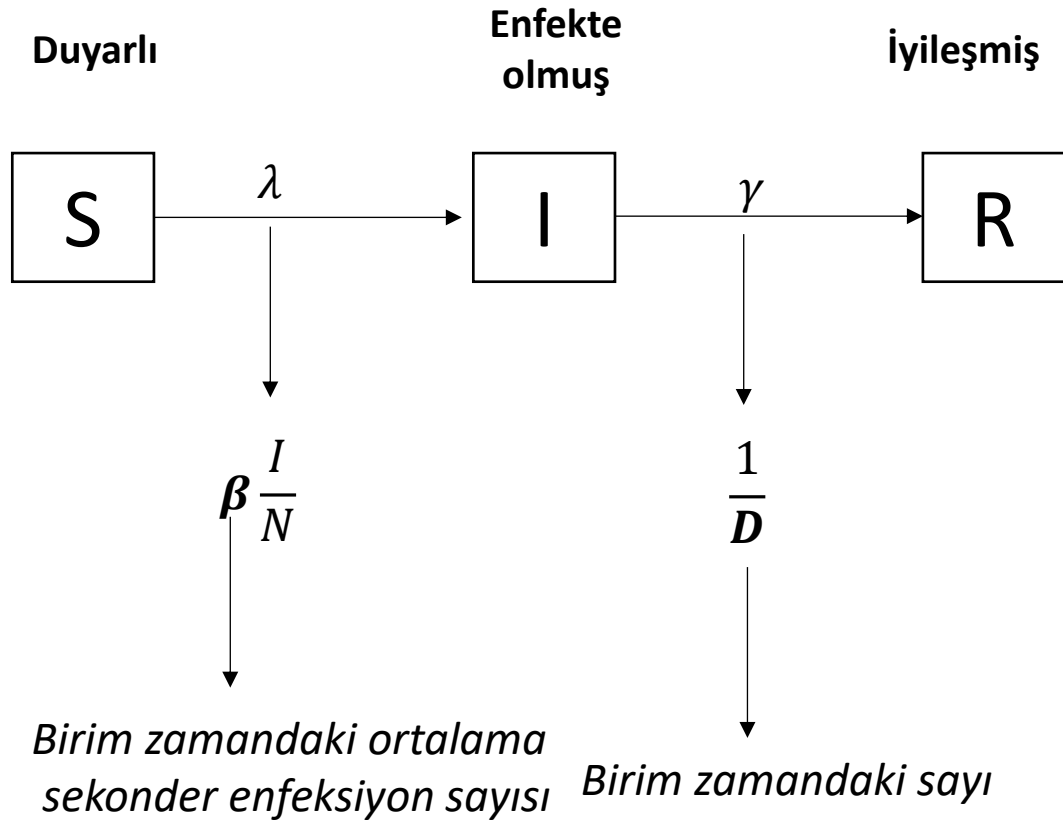


Sürü bağışıklığı

- $R_{eff} = 1$
- Aşılamayla yapay olarak arttırılabilir



SIR açısından bu nasıl açıklanabilir



t=0'da

$$R_0 = \beta D = \beta \frac{1}{\gamma} = \frac{\beta}{\gamma}$$

↓

Toplam enfeksiyon dönemi boyunca sekonder enfeksiyonların ortalama sayısı

D= enfeksiyon dönemi süresi

Ve R_{eff} ?

- Duyarlı bölmesindeki azalmanın bir salgını azaltan şey olduğunu söylersek. Bu durumda R_{eff} , her bir t zamanında duyarlı kalan fraksiyonla orantılıdır

$$R_{eff} = R_0 \frac{S(t)}{N}$$

- Sürü bağışıklığı
- Salgını azaltmak için gerekli bağışık fraksivon

$R_0=3$ için örnek

$$R_{eff} = 1$$

$$R_0 \frac{S(t)}{N} = 1$$

$$\frac{S(t)}{N} = \frac{1}{R_0}$$

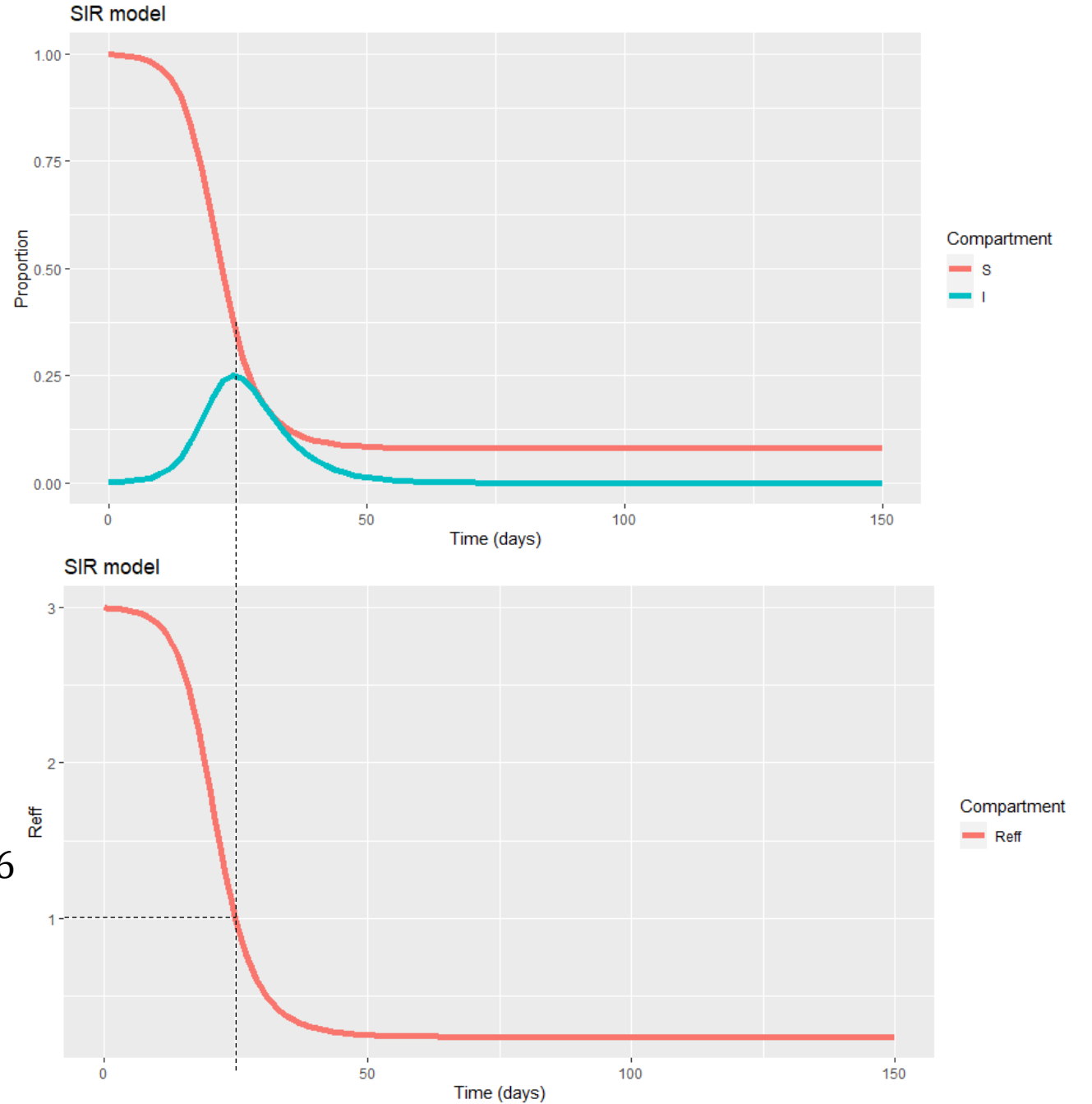
$$\frac{S(t)}{N} = \frac{1}{R_0}$$

$$\frac{S(t)}{N} = \frac{1}{3} = 0.33$$

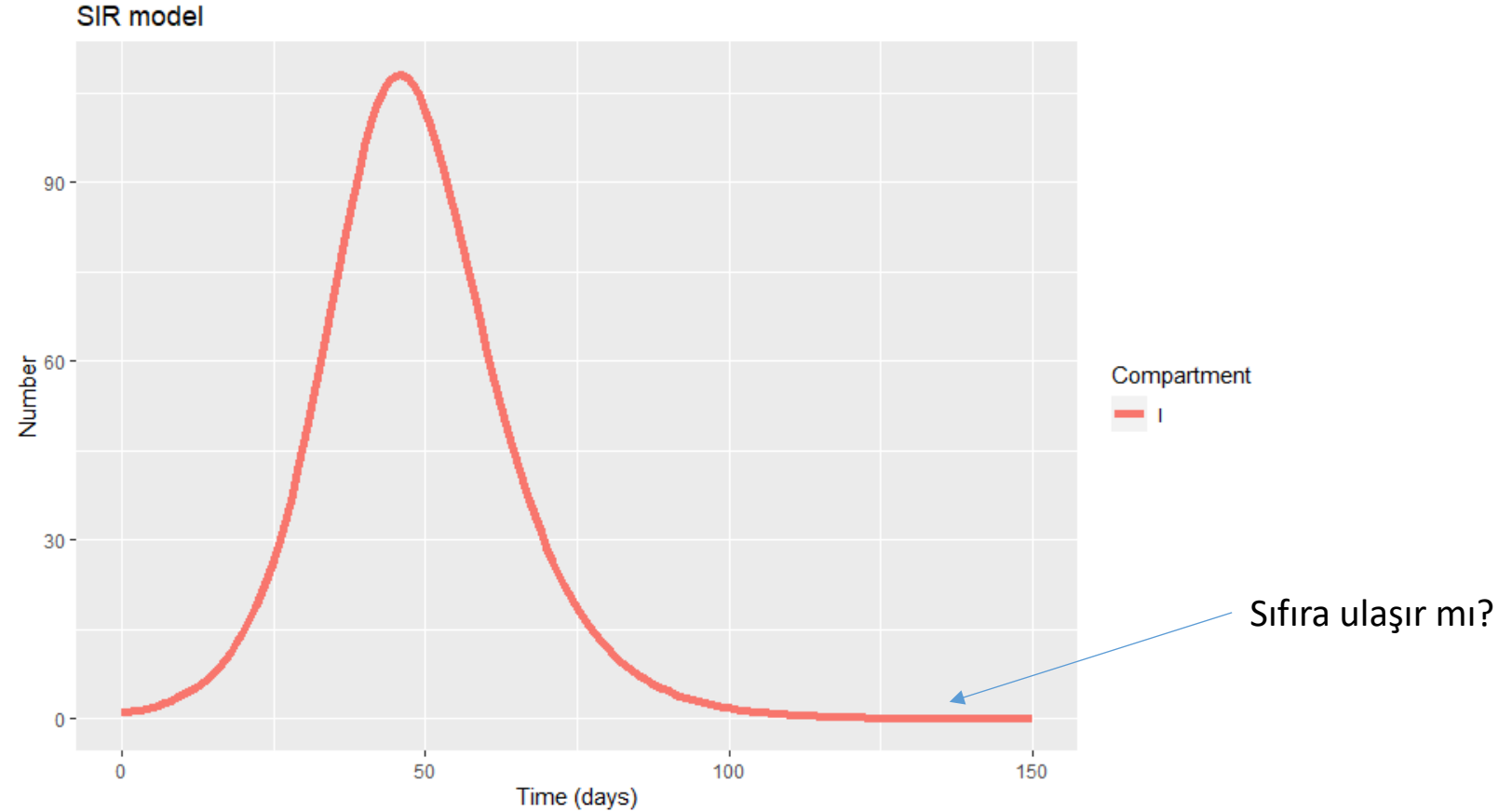
$$HIT = 1 - 0.33 = 0.66$$

Salgının azalmaya başladığı duyarlı fraksiyon eşiği

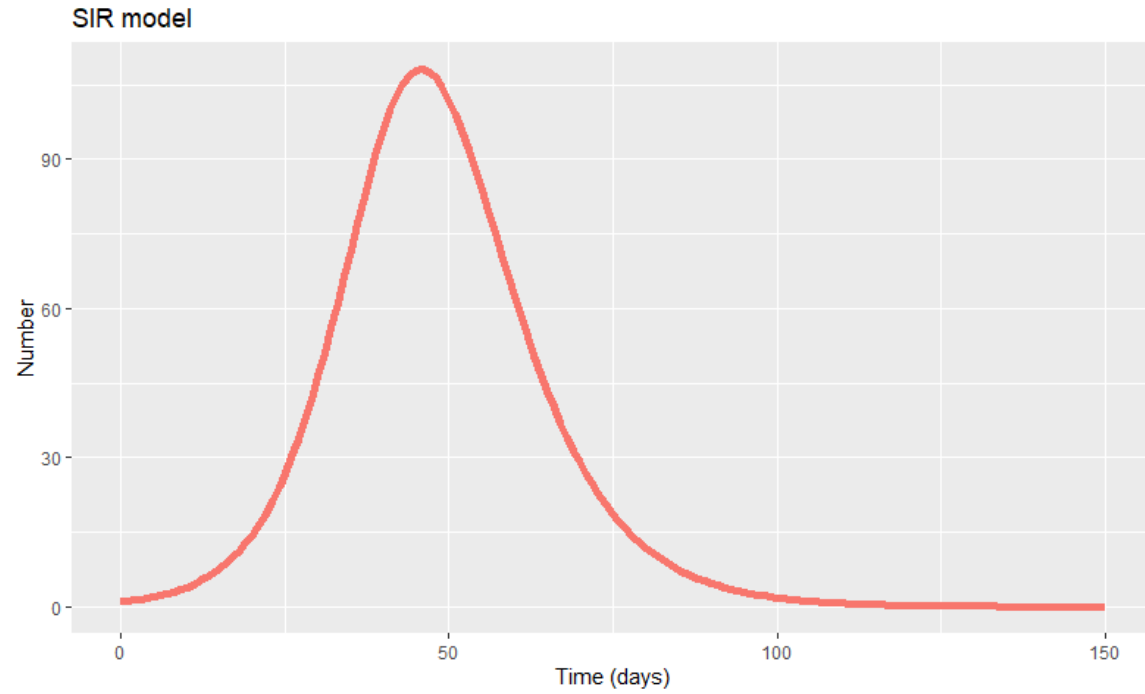
Sürü bağışıklığı eşiği



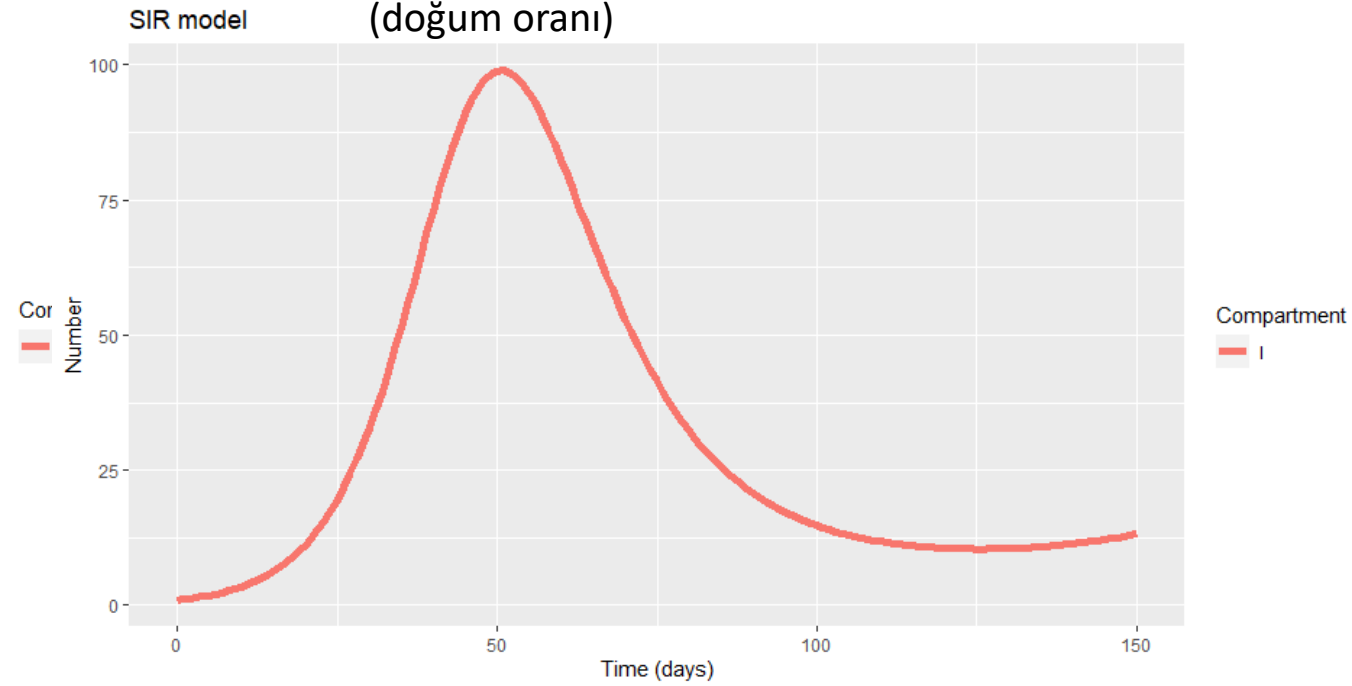
Peki ya duyarlılık yenilenmesi söz konusu olursa?



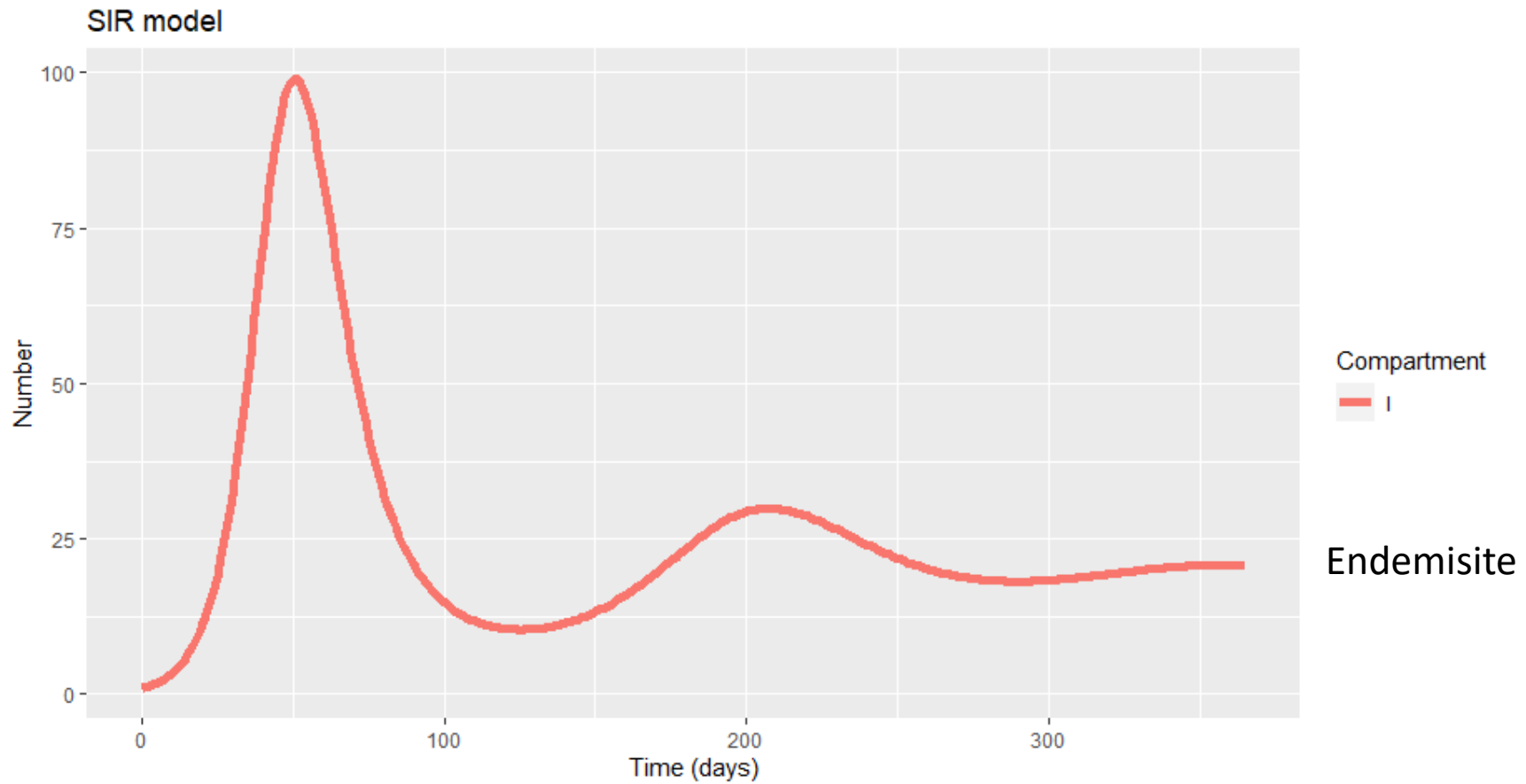
Kapalı popülasyon



Duyarlılık yenilenmesi (doğum oranı)



Uzun vadeli dinamikler



Şimdiye kadar bilmemiz gerekenler

- Salgınların ortaya çıkma nedeni
- R_0 ve R_{eff} 'in ne olduğu ve SIR modeliyle ilişkisi
- Sürü bağışıklığının ne olduğu
- R_0 'ı bilirse HIT'nin hesaplanması
- Demografik verileri dahil etmenin uzun vadeli dinamiklerin tablosunu nasıl değiştireceği