



PULSAR

Magnetar Pulsar Takımı

Teknofest-2024 Roket Yarışması
Orta İrtifa Kategorisi Uçuş
Benzetim Raporu (UBR)

İçindekiler

SORULAR ve CEVAPLAR.....	3
KİNEMATİK DENKLEMLER	8
BENZETİM YAPISI	9
BENZETİM DOĞRULAMASI	13

SORULAR ve CEVAPLAR

SORU 1: Kinematik ve dinamik hareket denklemleri nedir, aralarındaki farklar nelerdir?

Kinematik Hareket Denklemleri:

Kinematik hareket denklemleri, cismin hareketini tanımlayan ancak cismin kütlesini veya hareketi etkileyen kuvvetleri içermeyen denklemlerdir. Temel olarak, cismin hareketinin zaman, konum, hız ve ivme gibi temel hareket parametrelerini inceleyen bir fizik dalıdır. Bu alan, hareketin zamanla değişen yönlerini ve özelliklerini anlam için matematiksel ve grafiksel araçlar kullanır. Örneğin, kinematik hareket denklemleri, bir aracın belirli bir süre içinde kat ettiği mesafeyi veya hızındaki değişimi hesaplamak için kullanılır.

1. Pozisyon Denklemleri:

- $X = x_0 + v_x \cdot t$
- $X = x_0 + v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$
- $Z = z_0 + v_0 \cdot \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$
- $Z = z_0 + v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$

2. Hız Denklemleri:

- $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta$
- $v_{0z} = v_0 \cdot \sin \theta$

3. Uçuş Açısı:

- $\theta = \arctan(v_x/v_z)$

4. Çıkarımlar:

- $v_x = v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \rightarrow X$ eksenli hızı
- $v_z = v_{0z} - gt \rightarrow Z$ eksenli hızı

- $v_z = v_0 \sin \theta - gt \rightarrow Z$ ekseni hız
- $t_{uçuş} = 2 v_0 \sin \theta / g \rightarrow$ Uçuş süresi
- $t_{Hmax} = v_0 \sin \theta / g$ - Cismin çıktığı maksimum irtifa için gerekli süre
- $H_{max} = (v_0 \sin \theta)^2 / 2g$ - Cismin çıktığı maksimum yükseklik
- $V = \sqrt{v_x^2 + v_z^2} \rightarrow$ Toplam uçuş süresi

Dinamik Hareket Denklemleri:

Dinamik hareket denklemleri, cismin hareketini tanımlayan ve cismin kütlesini ve hareketi etkileyen kuvvetleri içeren denklemlerdir. Bu denklemler, bir cismin ivmesi, hızı ve konumu gibi hareket parametrelerini analiz etmek için kullanılır. Dinamik hareket denklemleri, Newton'un ikinci yasası gibi temel prensiplere dayanır ve cismin üzerine etki eden kuvvetin, kütlenin ivmesine eşit olduğunu ifade eder.

Dinamik hareket denklemleri, fizikte cismin hareketini anlamak ve analiz etmek için önemli bir rol oynar. Bu denklemler, mekanik sistemlerin davranışını modellemek, fiziksel problemleri çözmek ve dinamik davranışların sonuçlarını öngörmek için kullanılır.

1. İş-Enerji Teoremi: Bir cisim üzerine etkiyen kuvvet, cismin

kinetik enerjisini değiştirir. İş (W), kinetik enerji (K) değişimine (ΔK) eşittir.

- $W = \Delta K$

2. Newton'un İkinci Yasası: Kuvvet (F) cismin kütlesi (m) ile ivmesi (a) çarpımına eşittir.

Bu denklem, cismin ivmesinin kuvvete nasıl bağlı olduğunu ifade eder.

- $F = m \cdot a$

3. Momentumun Korunumu: Kapalı bir sistemde, toplam momentumun (kütle ile hızın çarpımı) değişmediğini ifade eder.

- $\tau = I \cdot \alpha$

Kinematik ve Dinamik Hareketler Arasındaki Farklar:

Kinematik ve dinamik, fizikte hareketin incelenmesinde kullanılan iki önemli kavramdır. Her ikisi de hareketle ilgilenir, ancak farklı perspektiflerden bakarlar.

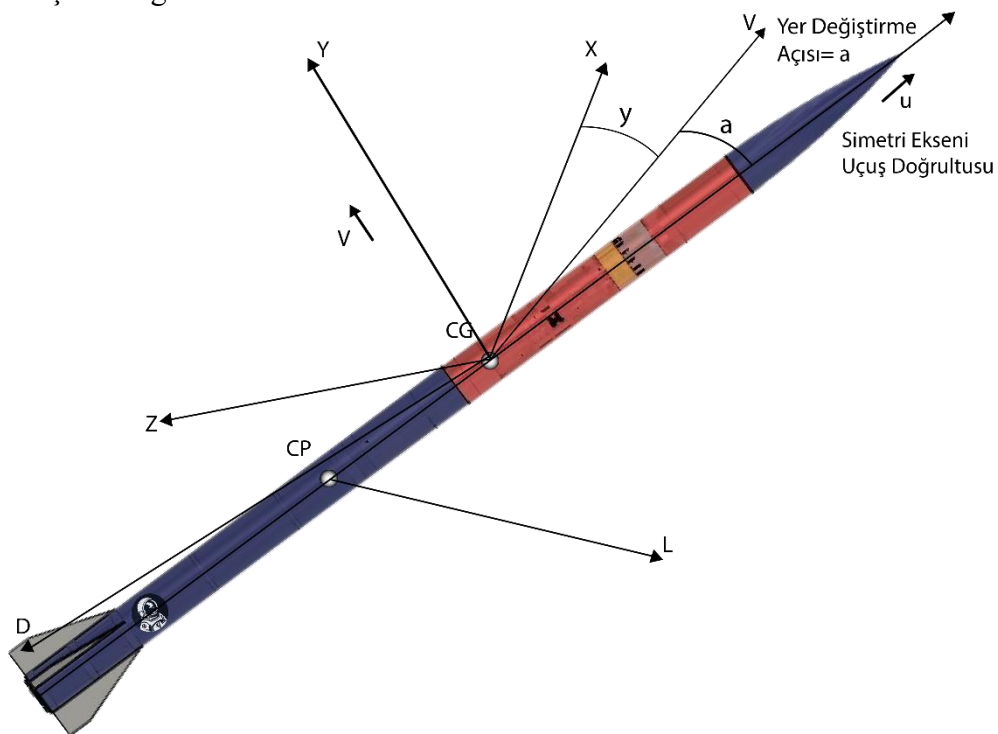
Kinematik:

- Kinematik, nesnelerin hareketlerini ve bu hareketlerin zamanla nasıl değiştiğini inceler.
- Hareketin zaman, konum, hız ve ivme gibi temel parametrelerini ele alır.
- Genellikle hareketin kendisine odaklanır ve hareketin nedenlerini değil, sadece nasıl olduğunu inceler.
- Durgun veya düzgün hareket eden cisimlerin davranışını analiz eder.

Dinamik:

- Dinamik, kuvvetlerin ve hareketin incelenmesidir.
- Nesnelerin hareketini etkileyen kuvvetleri ve bu kuvvetlerin nesneler üzerindeki etkilerini araştırır.
- Newton'un Hareket Yasaları gibi fiziksel yasaları içerir ve bu yasaları kullanarak bir nesnenin nasıl hareket edeceğini veya diğer nesnelerle nasıl etkileşime gireceğini belirler.
- Hem hareketin kendisini hem de hareketin nedenlerini inceler.

Özetle: Kinematik, hareketin zamanla değişen parametrelerini inceleyen bir alan iken, dinamik, hareketin nedenlerini ve kuvvetlerin etkilerini araştıran bir alandır. Kinematik sadece hareketin tanımını sağlar, dinamik ise hareketin nedenlerini açıklar. Birlikte kullanıldıklarında, kinematik ve dinamik, hareketi hem açıklamak hem de öngörmek için güçlü bir araç seti sağlarlar.



SORU 2: İki serbestlik dereceli kinematik benzetimin, roket dinamik denklemlerinin (motor itki kuvveti ve aerodinamik sürüklenme kuvveti) de katılarak roket uçuşuna uyarlanması ile elde edilecek uçuş benzetimi, roket tasarımında ne amaçlarla kullanılabilir, faydaları nelerdir?

İki serbestlik dereceli kinematik benzetimin, roket dinamik denklemlerinin (motor itki kuvveti ve aerodinamik sürüklenme kuvveti) de katılarak roket uçuşuna uyarlanmasıyla elde edilecek uçuş benzetimi, roket tasarımında çeşitli amaçlarla kullanılabilir ve bir dizi fayda sağlayabilir:

1. Tasarım Optimize Edilmesi:

- Dinamik denklemlerle yapılan hesaplamalar, roketin hedeflenen irtifaya ulaşabilmesi için gereken kütle ve boyutta değişikliklerin yapılmasına olanak tanır. Bu şekilde, tasarımın optimize edilmesi sağlanabilir.

2. Aerodinamik Geliştirmeler:

- Aerodinamik sürüklenme kuvveti hesaplanarak, roketin hedeflenen irtifaya ulaşması için gereken aerodinamik yüzeylerde (örneğin, burun geometrisi veya kanat kesit profilleri) değişiklikler yapılabilir. Bu, roketin performansını artırabilir ve sürüklenme kuvvetini azaltabilir.

3. Yapısal Mukavemetin Artırılması:

- Dinamik denklemlerle yapılan hesaplamalar, roket üzerine gelen kuvvetlerin ne kadar olduğunu gösterir. Bu bilgiye dayanarak, daha mukavemetli bir tasarım yapılabilir ve roketin dayanıklılığı artırılabilir.

4. Alt Sistemlerin Güçlendirilmesi:

- Dinamik denklemlerle yapılan hesaplamalar, roketin üzerine gelen g kuvvetini belirleyerek alt sistemlerin bu değişime dayanıklılığı için gerekli güçlendirmelerin yapılmasını sağlar.

5. Zaman-Menzil Hesabı ve Sistemlerin Düzenlenmesi:

- Dinamik denklemlerle yapılan hesaplamalar, roketin zaman-menzil hesabını yapar ve roketin ne zaman ve nereye düşebileceğini tahmin eder. Buna göre, sistemler düzenlenir ve uygun önlemler alınabilir.

6. Mach Değeri Hesabı ve Tasarım Düzenlemeleri:

- Dinamik denklemlerle yapılan hesaplamalar, roketin hızı ve yükseklikteki hava şartlarına bağlı olarak ses hızı ile oranlanarak Mach değerini hesaplar. Buna göre tasarımsal düzenlemeler yapılabilir.

Bu faydalar, roket tasarımında dinamik denklemlerin kullanılmasının önemini vurgular ve roketin performansını, güvenliğini ve verimliliğini artırmaya yardımcı olur.

SORU 3: İki serbestlik dereceli dinamik uçuş benzetimine Y eksenini etrafında açısal hareket eklenerek elde edilecek 3 serbestlik dereceli benzetimin getireceği faydalar nelerdir? Bu benzetimin kullanılması için roketin ek olarak hangi bilgilerinin bilinmesi ve kullanılması gerekir?

İki serbestlik dereceli dinamik uçuş benzetimine Y eksenini etrafında açısal hareket eklenerek elde edilecek 3 serbestlik dereceli benzetimin sağlayacağı faydalar şunlardır:

1. Gerçekçi Hareket Modellemesi: Yunuslama hareketinin dâhil edilmesiyle roketin yön değişiklikleri ve burnunun zaman içindeki yukarı-aşağı hareketi daha doğru bir şekilde modelleyebiliriz. Bu, roketin gerçek dünya uçuşlarına daha yakın bir simülasyon elde etmemizi sağlar.

2. Stabilizasyonun İyileştirilmesi: Roketin yunuslama eğilimi hesaplanarak elde edilen sonuçlarla istenilen sonuçlar arasındaki farklar analiz edilebilir. Bu farklar, roketin stabilizasyonunda gerekli düzeltmelerin yapılmasını sağlar. Ağırlık merkezi ve basınç merkezi arasındaki oynamalarla roketin yunuslama eğilimi düzeltilir.

Bu benzetimin kullanılması için ek olarak roketin ağırlık merkezi ve basınç merkezinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, yunuslama momentini hesaplamak için yunuslama moment katsayısı ve Iyy (Pitch moment of inertia) bilgisine ihtiyaç duyulur. Bu bilgiler, roketin yunuslama hareketinin doğru bir şekilde modellenmesi ve uçuş simülasyonunun gerçekçi sonuçlar vermesi için gereklidir.

KİNEMATİK DENKLEMLER

1. **Pozisyon Denklemleri:** Bir cismin zamanla değişen konumunu ifade eder.

- $X = x_0 + v_x \cdot t$
- $X = x_0 + v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$
- $Z = z_0 + v_0 \cdot \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$
- $Z = z_0 + v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$

2. **Hız Denklemleri:** Cismin hızını belirten denklemler.

- $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \rightarrow X$ eksen
- $v_{0z} = v_0 \cdot \sin \theta \rightarrow Z$ eksen

3. **Uçuş Açısı:**

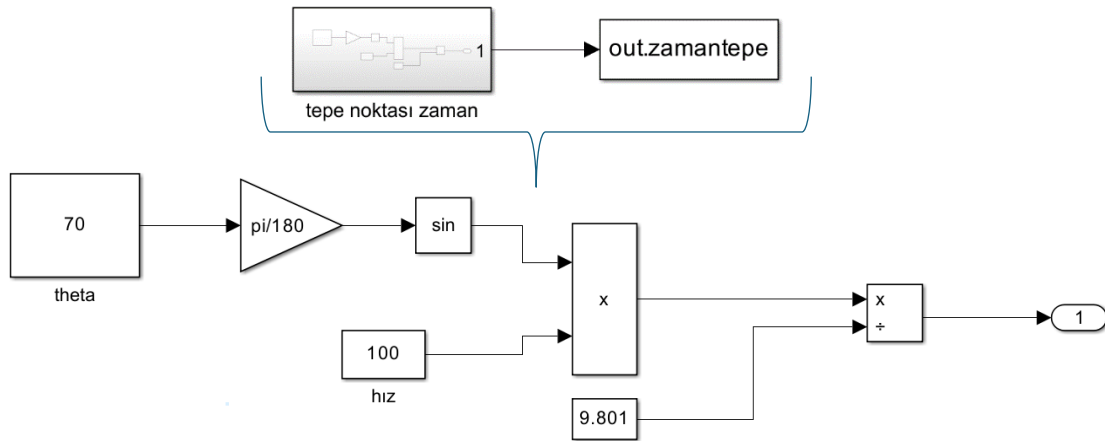
- $\theta = \arctan(v_x/v_z) = \tan^{-1}(v_x/v_z) \rightarrow$ Uçuş yolu boyuncaki açı

4. **Çıkarımlar:** Yukarıdaki formüller sonucunda varılan hesaplamalar.

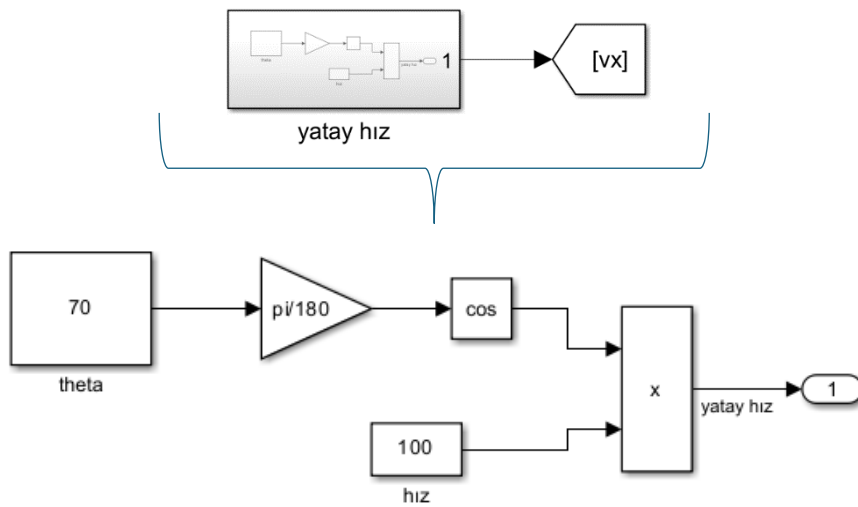
- $v_x = v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \rightarrow X$ eksen hız
- $v_z = v_{0z} - gt \rightarrow Z$ eksen hız
- $v_z = v_0 \sin \theta - gt \rightarrow Z$ eksen hız
- $t_{\text{uçuş}} = 2 v_0 \cdot \sin \theta / g \rightarrow$ Uçuş süresi
- $t_{H_{\text{max}}} = v_0 \cdot \sin \theta / g \rightarrow$ Cismin çıktığı maksimum irtifa için gerekli süre
- $H_{\text{max}} = (v_0 \cdot \sin \theta)^2 / 2g \rightarrow$ Cismin çıktığı maksimum yükseklik
- $V = \sqrt{v_x^2 + v_z^2} \rightarrow$ Toplam uçuş süresi

BENZETİM YAPISI

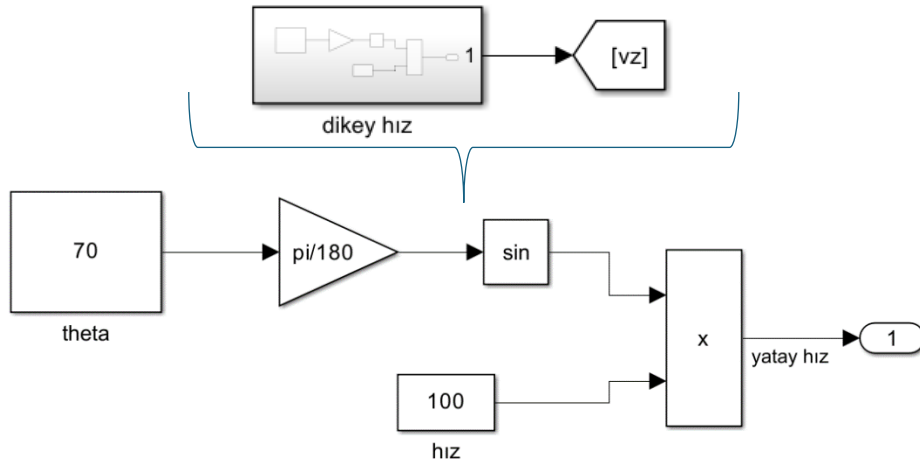
Roketin başlangıç bileşke hızı (100m/s) ve başlangıç uçuş yolu (70) açısı kullanılarak X ve Z eksenlerindeki hızları bulunur. Başlangıç hızları, belirlenen başlangıç koşullarına dayanır ve benzetimde kullanılan temel parametrelerdir. Z eksenindeki hız, yer çekimi ivmesi tarafından azalır; bu, roketin yüksekliği arttıkça zeminle olan temasını kaybetmesi ve yerçekimi ivmesi tarafından yavaşlatılması anlamına gelir. Ancak, X eksenindeki hız, zıt bir etki olmadığı varsayıldığı için (dinamik formüller kullanılmadığı için), başlangıç hızı ile devam eder. Bu yaklaşım, roketin yatay hareketini basitleştirir ve bu sayede X eksenindeki hızı ile zaman çarpımı yatay eksenindeki menzili vermektedir. Benzetimde kullanılan hareket denklemlerini basitleştirirken, belirli başlangıç koşullarına dayalı doğru sonuçlar sağlar. Bu şekilde, roketin X ve Z eksenlerindeki hareketi başlangıç hızları ve diğer faktörlere bağlı olarak modellenmiş ve simüle edilmiştir.



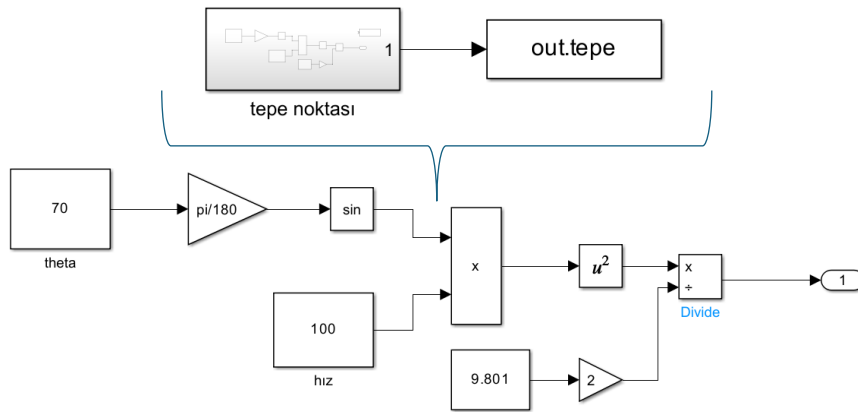
Bu formül($v_0 \cdot \sin \theta / g$), roketin maksimum yüksekliğe ulaşma süresini hesaplar. (t_{Hmax}) roketin maksimum yüksekliğe ulaşma zamanını, (v_0) başlangıç hızını, (θ) uçuş açısını ve (g) yerçekimi ivmesini temsil eder.



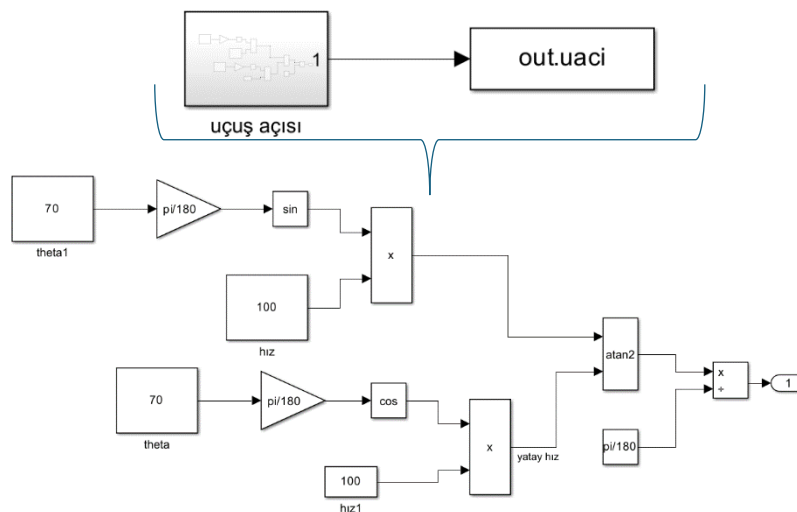
Yatay (X) eksenindeki hızı " $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta$ " formülü ile bulunur. Bu formül, roketin X eksenindeki başlangıç hızını ve uçuş açısının çarpımı ile hesaplanır ve X eksenindeki hız bulunur



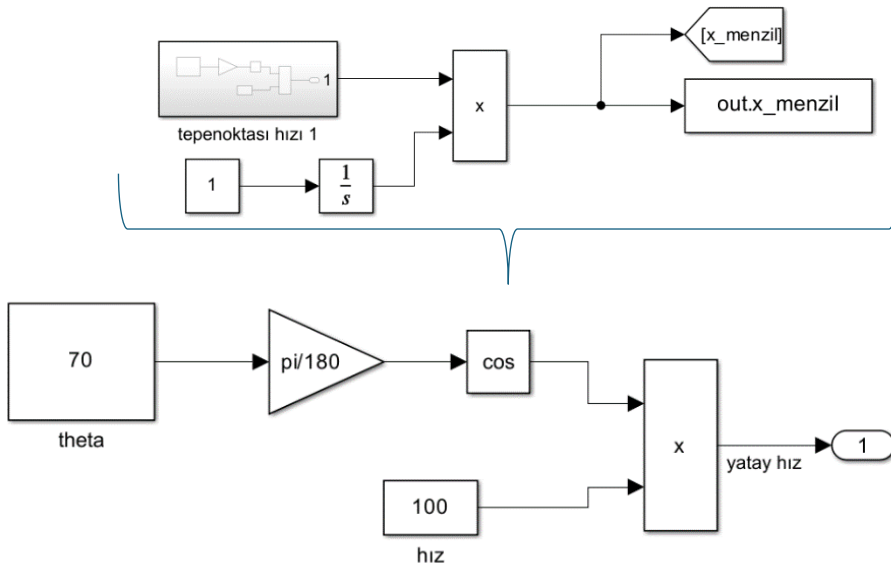
Dikey (Z) eksenindeki hızı “ $v_{0z} = v_0 \cdot \sin\theta$ ” formülü ile bulunur. Bu formül, roketin Z eksenindeki başlangıç hızını ve uçuş açısının çarpımı ile hesaplanır ve Z eksenindeki hız bulunur



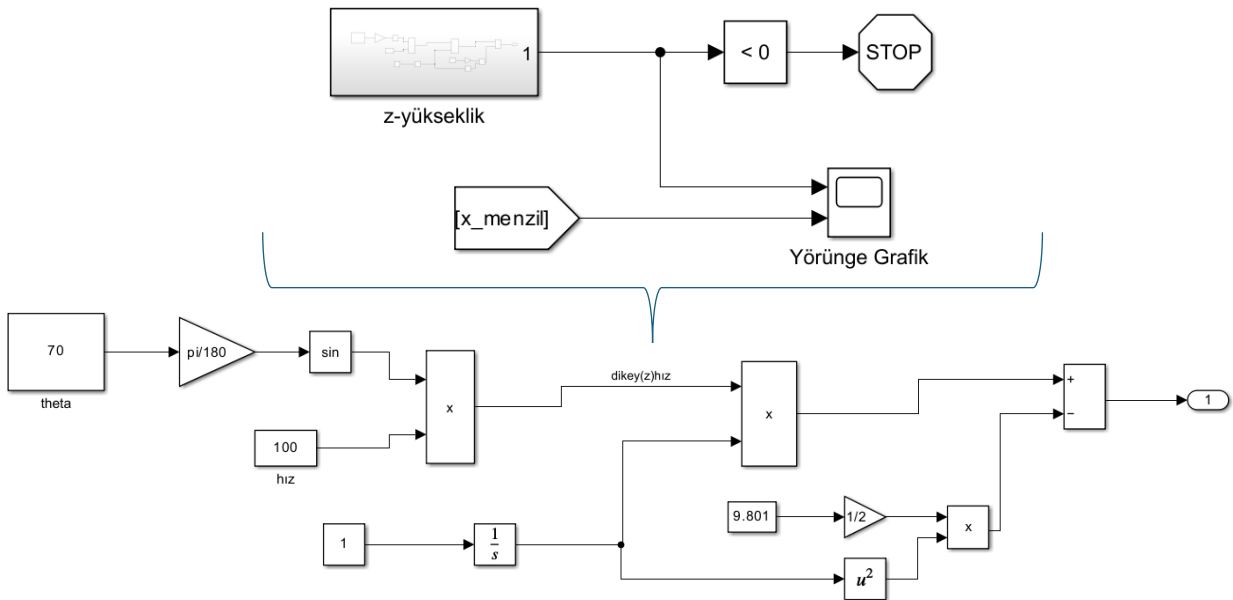
Bu formül($(v_0 \cdot \sin\theta)^2 / 2g$), roketin çıktığı maksimum yüksekliği hesaplar. (Hmax) roketin maksimum yüksekliğini, (v0) başlangıç hızını, (0) uçuş açısını ve (g) yerçekimi ivmesini temsil eder.



Bu formül($\arctan(v_x/v_z)$), bir cismin X ve Z eksenlerindeki hız bileşenlerini kullanarak uçuş açısını hesaplar. (atan2 yani arctan) fonksiyonu, belirtilen oranın ters trigonometrik tanjantını ifade eder. (vx) ve (vz) cismin X ve Z eksenlerindeki hızlarını temsil eder.



Bu formül($x_0 + v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$) bir cismin X eksenindeki pozisyonunu zamanla değişen bir hareketle tanımlar. (x) cismin anlık X pozisyonunu, (x_0) başlangıç X pozisyonunu, (v_x) cismin X eksenindeki hızını ve (t) zamanı temsil eder.

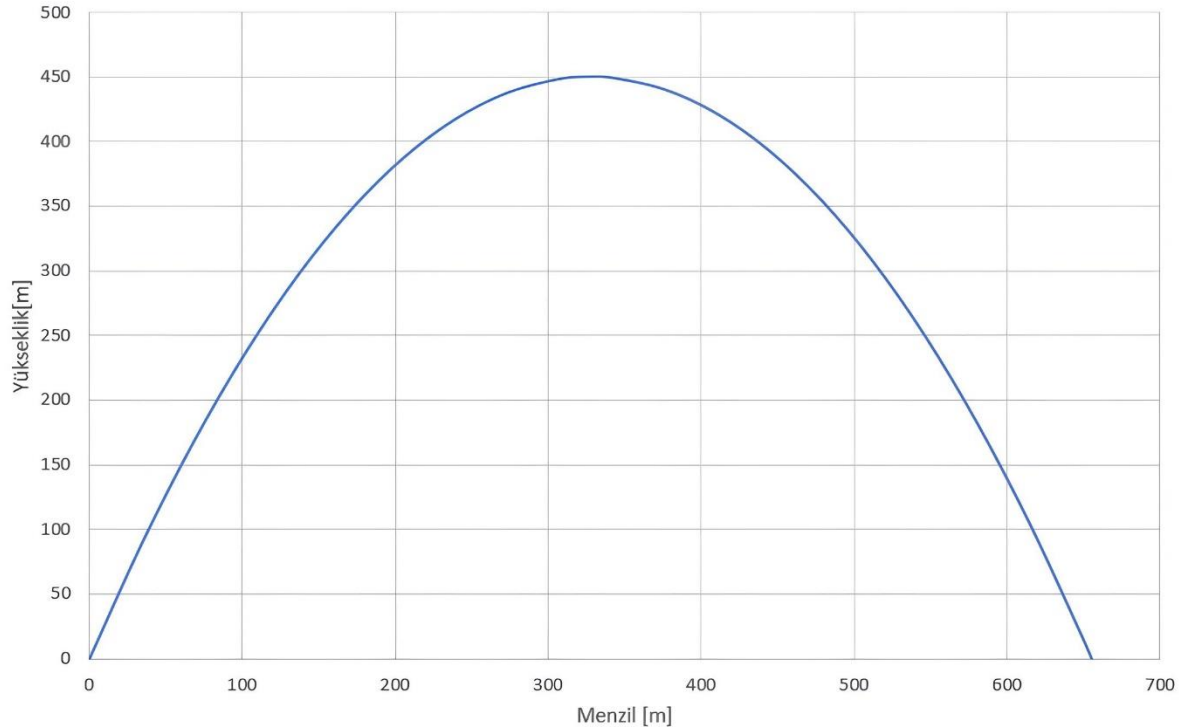


Bu formül($z_0 + v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$) bir cismin Z eksenindeki pozisyonunu zamanla değişen bir hareketle ve yerçekimi ivmesiyle tanımlar. (z) cismin anlık Z pozisyonunu, (z_0) başlangıç Z pozisyonunu, (v_0z) cismin başlangıç Z eksenindeki hızını, (t) zamanı ve (g) yerçekimi ivmesini temsil eder.

BENZETİM DOĞRULAMASI

Doğrulama Başlangıç Koşul Değerleri	
	Değer
Pozisyon [m]	[0, 0, 0]
Hız (bileşke) [m/s]	100
Uçuş Yolu Açısı [derece]	70

Benzetim Çıktı Formatı	
	Değer
Tepe Noktası Yüksekliği [m]	450,4756
Tepe Noktası Hızı (bileşke) [m/s]	34
Tepe Noktası Zamanı [s]	9,5877
Son Pozisyon [m]	[655,9946, 0, 0]
Son Hız (bileşke) [m/s]	0
Son Uçuş Yolu Açısı [derece]	70
Son Uçuş Zamanı [s]	19,175



REFERANSLAR

[1]: Kinematik.(2023, 19 Ocak).Wikipedia

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Kinematik>

[2]: Equations of motion.(2024, 28 Şubat).Wikipedia

https://en.wikipedia.org/wiki/Equations_of_motion

[3]: Parinam,H. (2023, 4 Ocak). Difference between kinematics and dynamics.Mechanical Education

<https://www.mechanicaleducation.com/2021/12/difference-between-kinematics-and-dynamics.html>

[4]:Euler yöntemi.(2024, 20 Şubat).Wikipedia

https://tr.wikipedia.org/wiki/Euler_y%C3%B6ntemi#

[5]:Simulink Documentation.(2024, 28 Şubat).MathWorks

<https://www.mathworks.com/help/simulink/>

[6]: Dynamics.(2021, 13 Nisan).Britannica

<https://www.britannica.com/science/dynamics-physics>