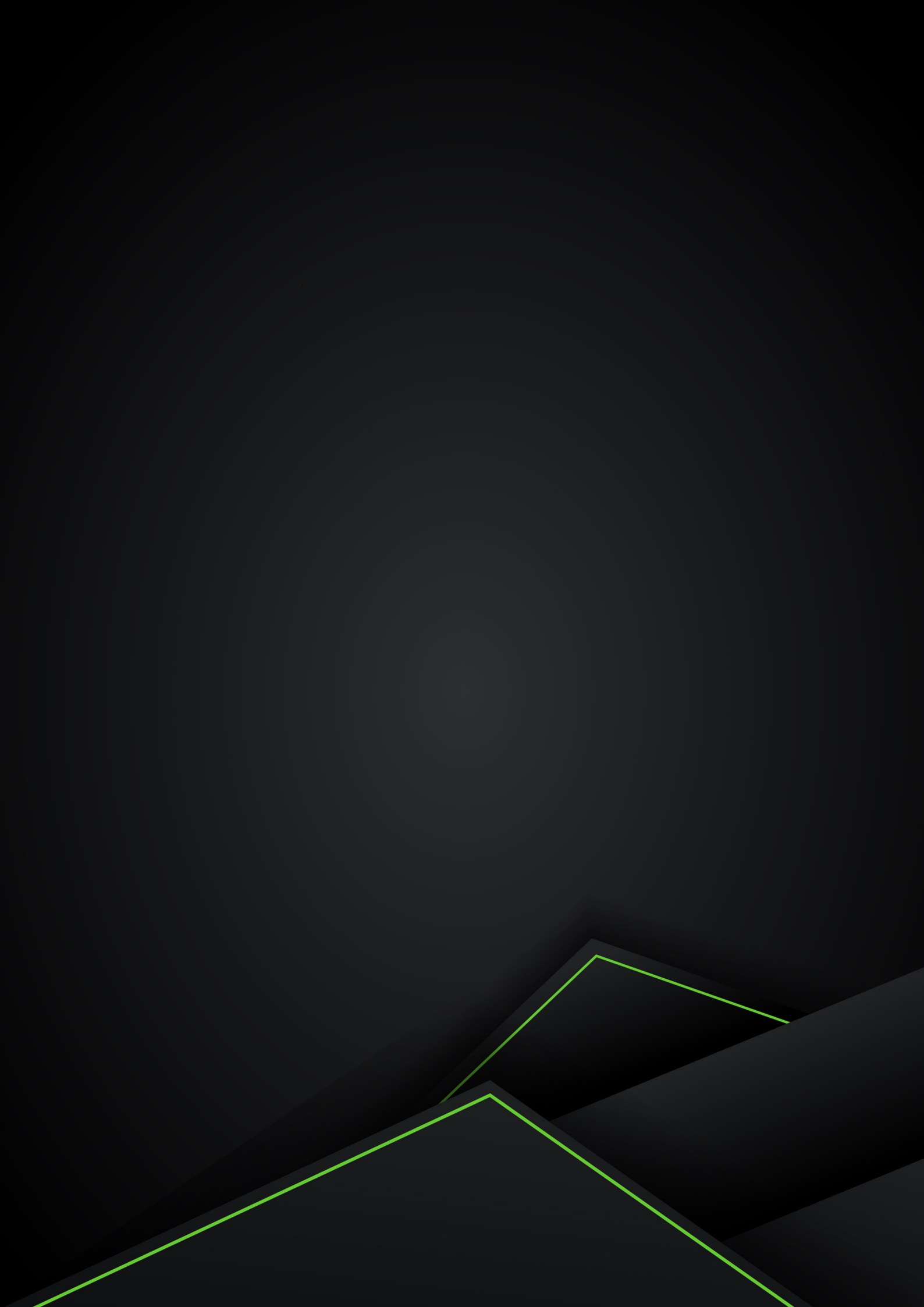




7285

**Technical Binder
2020**



İçindekiler

1. Oyun Analizi ve Strateji

2. Robot Design

- a. Yürür Aksam
- b. Şase Gearbox
- c. Intake
- d. Hopper
- e. Shooter
- f. Tırmanma
- g. Control Panel

3. Programlama

- a. Görüntü İşleme ile Hedefleme
 - b. Otonom Navigasyon
 - c. Shooter Control
- 
- The bottom of the page features several overlapping, semi-transparent geometric shapes in shades of dark gray and black. These shapes are primarily triangles and polygons, some with thin green outlines, creating a modern, abstract background design.

1. Oyun Analizi ve Strateji

2020 Kick-Off ile beraber tüm takım her şeyden önce oyun manualini satır satır okudu. Tüm takım oyun manualini okuduktan sonra manual quize girdi. Baraj puanın üstüne iki denemede çıkabilen takım üyeleri 2020 sezonundaki 7285 robotu hakkında yorum yapmaya, öneri vermeye hak kazandı.

Takım olarak strateji konuşma günümüzde ekip üyeleri olarak kendi kriterlerimize uygun olarak her görevi kendi içinde gruplandırdık. Sistem değil hangi görevleri yapmak istediğimizi belirledik.

Game Aspect	Priority	Criteria
Auto	Must Haves	• Cross the line, 3 ball auto in every starting configuration (front, right, left)
	Nice to Haves	• Extend 3 ball auto to 6 balls by also taking the balls in the trench zone
	Explore	• Extend auto by including the balls from the boundaries, possible 10 ball auto.
Intake	Must Haves	• Touch and own it style intake Able to take balls from ground
	Nice to Haves	• Wider intake Located at the rear side of the robot to accommodate repetitive scoring
	Explore	
Ball Scoring	Must Haves	• Score higher goal with a fast pace (< 1 second per ball) Able to score from certain range or predetermined locations
	Nice to Haves	• Score higher inner goal with a fast pace (< 1 second per ball) Able to score from certain range or predetermined locations • Score low goal
	Explore	• Assist Balls to your teammate

Control Panel	Must Haves	• Can spin fortune wheel
	Nice to Haves	• Can stop in specific color
	Explore	
Climb	Must Haves	• Climb less than 20 second • Can balance on your own by climbing to middle of the bar for (25+15) points • Able to climb and balance near a climbing partner
	Nice to Haves	• Buddy climb (lift another partner by keeping balance) • Climb less than 10 seconds • Active balancing mechanism
	Explore	• Contribute the balance of the alliance by sliding controllably through the bar in horizontal axis.
Programming	Must Haves	• Target detection in order to aim the shooter
	Nice to Haves	• Velocity control on the shooter for more accurate aiming • Trajectory Control for Autonomous period
	Explore	
Design	Must Haves	• Pass rendezvous point easily • Goal robot weight 40-45 kg • Don't allow more than 5 balls
	Nice to Haves	• Easily wire electronics
	Explore	• Be shorter than 71 cm for passing through the trench zone • Able to push defense robots by having more torque

Genel Tasarım

Robotumuzu yapmaya başlamadan önce en başta robotumuzun kendi sınırlarımız dahilinde basit, çalışır aynı zamanda tek başına taşıyıcı takım rolü üstlenerek bölgesel yarışmada “kazanan” ödülünü alabilecek bir robot oluşturmaktır.

Geçmiş sezonlardan kazandığımız tecrübeler sonucunda basit ve efektif bir robotun Türkiye’deki bölgesel yarışmalarda başarılı olduğunu gördük. Bundan dolayı 2020 sezonundaki rotasyonumuzu bu tecrübelerle göre değerlendirdik.

Tele-Operated Periyodu

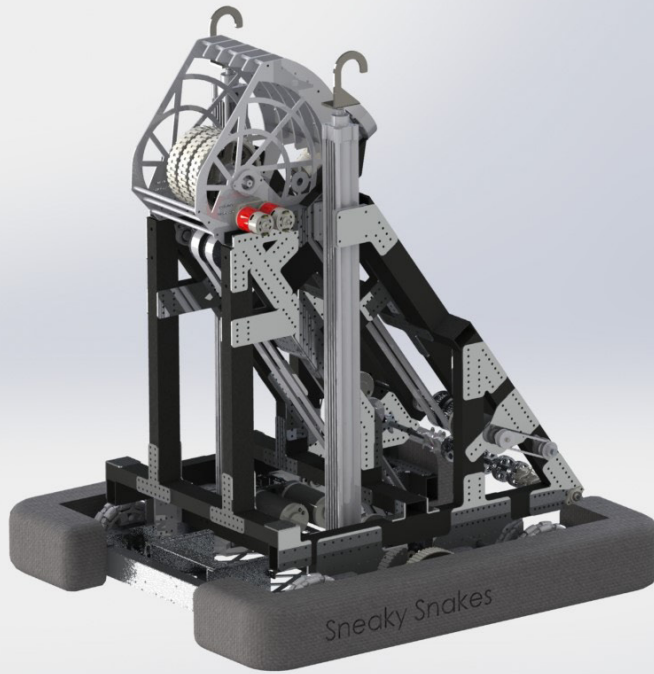
Tele-Operated periyotta sıralama maçlarını en yüksek sıralamada bitirebilmek için skor odaklı oynamayı tercih ettik. Bundan dolayı robotumuz içinde tek seferde beş adet güç hücresi tutarak ve onları en hızlı şekilde manipüle edip, portlara atarak hedefimize ulaşmış olduk.

Tele-Operated periyotta güç hücrelerini en kolay şekilde robot içinde hapsedebilmek için hendek yüksekliğinden geçemeyecek bir robot yapmayı tercih ettik. Bu sayede robotumuz daha basit olacaktı ve denemek için daha fazla süremiz olacaktı.

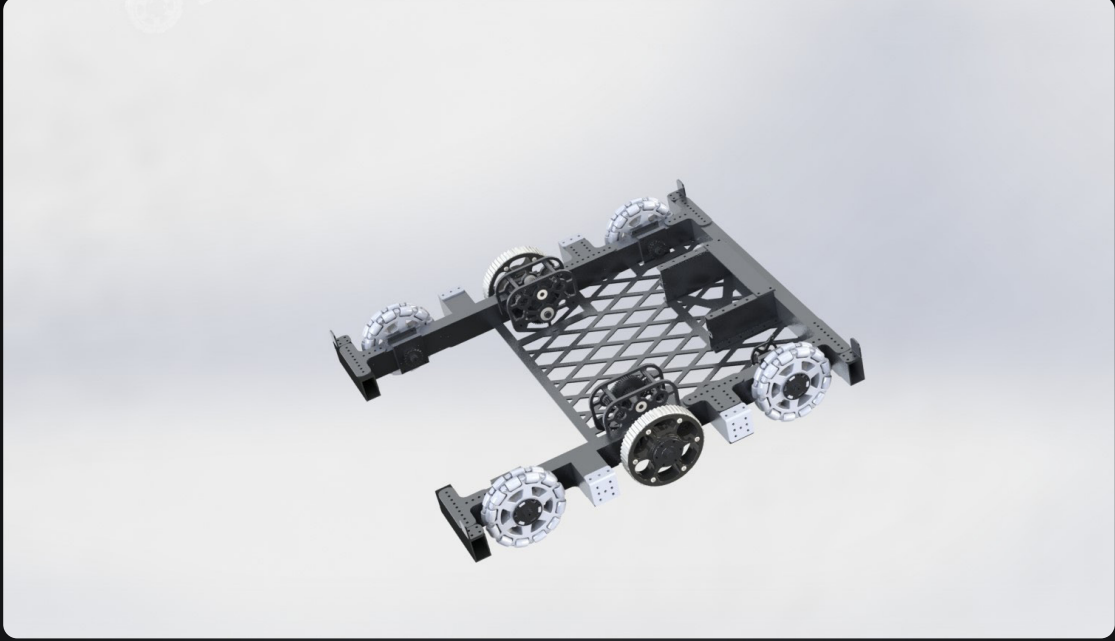
Oyun Sonu

Oyun sonundaki stratejimizi temel belirleyen etken son 30 saniyeden önce robot sınırı üstüne sistem açamıyor oluşumuzdu. Bundan dolayı hızlı bir şekilde açılıp kapanabilecek bir sistem yapmaya karar verdik. Oyun sonunda tırmanma (denge + tırmanma) 40 puan gibi yüksek bir skor verdiği için aynı zamanda bir ittifak robotla beraber tırmanma görevini yaparak sıralama puanı alma şansımız olduğu için bu görevi en hızlı şekilde yapmaya karar verdik.

2. Robot Tasarımı



a) Yürür Aksam



i) Şase

- West Coast Stili Şase
 - Kop şasesine oranla üstün manevra kabiliyeti
 - Kolay montaj ve uygun malzeme
 - Dayanıklı ve kullanılan profiller sayesinde hafif
 - Kolay tekerlek değişimi ve montajı
 - Tekerlekler arası geniş mesafe bulunduğundan dolayı montaj için kullanılabilecek daha geniş alan
- Üst montaj ve tırmanma için alüminyum belly pan
 - Belly pan üzerinde yapılan topoloji sayesinde elektronik montajına uygun hafif ve dayanıklı
- 710 x 780 mm (28 in x 30 in) çerçeve
- Elektronik yerleştirmek ve kablolamayı kolaylaştırmak için mümkün olduğunca boş alan

ii) Tekerlek

- Olası defans durumuna karşı ve sürtünmeyi artırmak için ortaya 2 traction tekerlek
- Manevra kabiliyetini artırmak için önde ve arkada 4 omni tekerlek
- Center Drop yok

- Omni tekerlek kullanıldığından dolayı manevra sınırlılığının olmaması
- Center drop olan uzun bir robota oranla daha dengeli
- Tekerlekler yere bastığı için tekerleklerle takılan encoder'dan alınan veriler center drop yapılan şaseye oranla daha doğru

iii) Bumper

- Bumperları sabitlemek için kullanılan bağlantı parçaları ve profiller
- Maç öncesi hızlı değişim için ittifak rengine uygun kılıflar

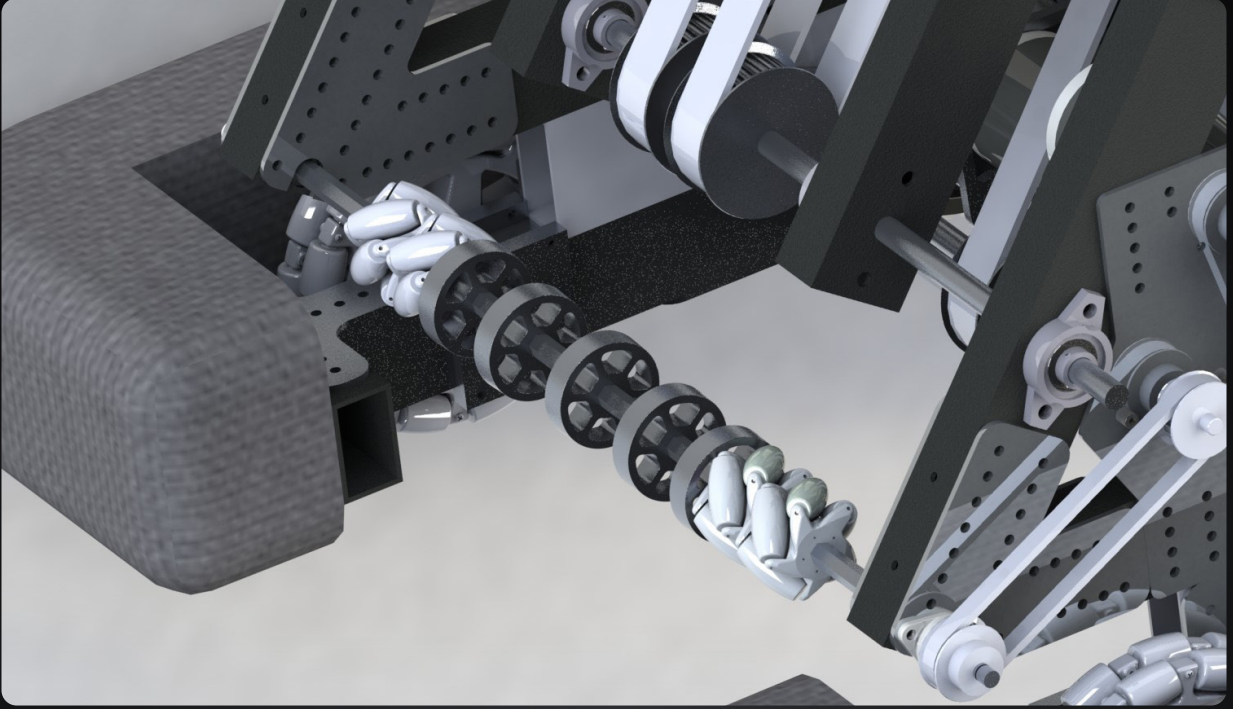
b) Drivetrain Gearbox



i) Şase üzerinde merkez tekerlerde iki tane gearbox

- Her gearbox üzerinde 2 CIM Motor
- Dişli redüksiyon oranı $12:50 \times 20:54 = 11.25$
- Teorik hızı: 3.78 m/s (max)
- Orta tekerlerde bulunan gearboxlardan ön ve arka tekere 18 dişli zincir dişlisi ile güç aktarımı

c) Intake



Robot çerçeve sınırını aşmaması, ağırlık merkezinin daha avantajlı bir yerde olması, ağırlık sınırını aşmaması ve otonom periyodunda zaman kaybedilmemesi için sabit bir intake kullanımına karar verdik.

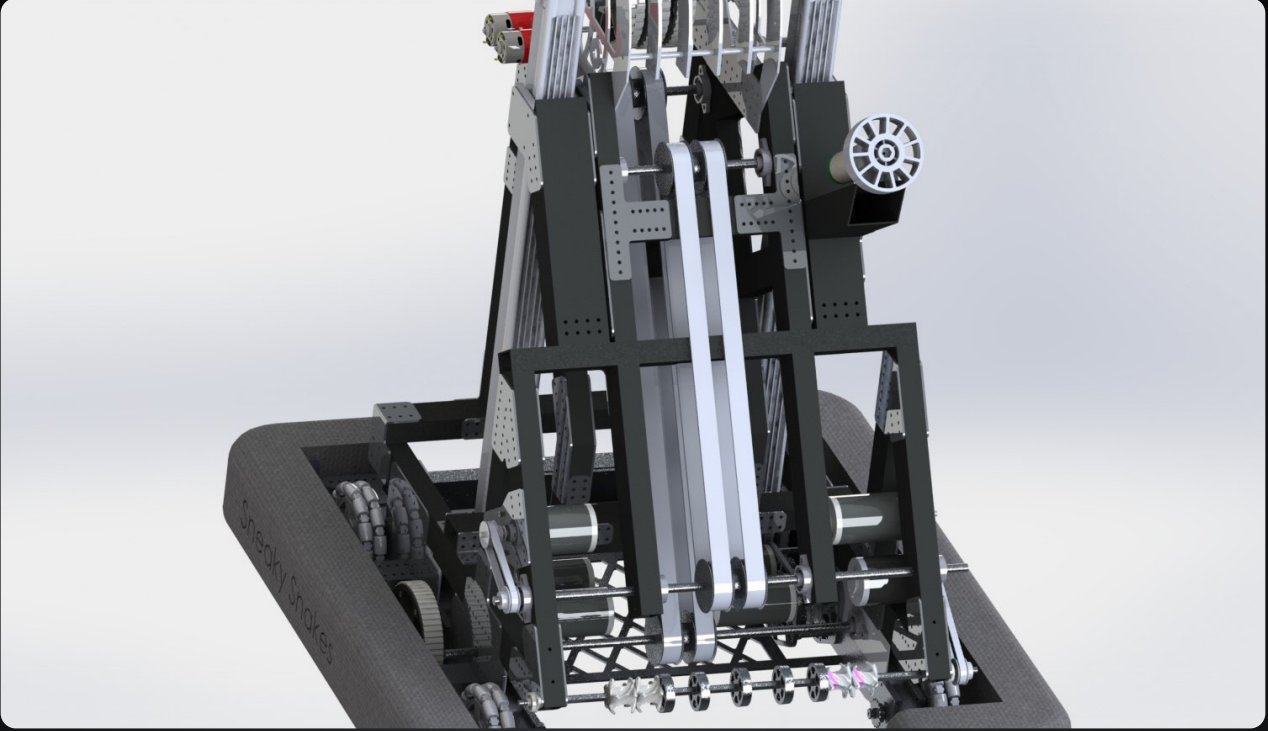
i) Tekerler

- 2 adet 2 in yeşil compliant tekerlek (35A durometre)
- 4 adet 2 in kırmızı compliant tekerlek (45A durometre)
- 4 adet 2 in 3D baskı mekanum tekerlek
- Powercell sıkıştırma: 1 in

ii) Mini-CIM Motor

- Motordan intake'e 2 adet 5m-20-9 kasnak ve htd5m-390 kayış ile güç aktarımı
- Daha az akım çekmesi nedeniyle daha çok ivme

d) Hopper



i) Avantajları

- Altta ve üstte ikişer adet bulunan geniş kayışlar sayesinde daha hızlı shooter besleme
- Tek taraflı kayış bulunan sistemlere oranla top sıkışma ihtimalinin daha az seviyede olması
- Topların sıkışması durumunda ayrı ayrı kontrol edilen kayışlar sayesinde top sıkışmasını önleme

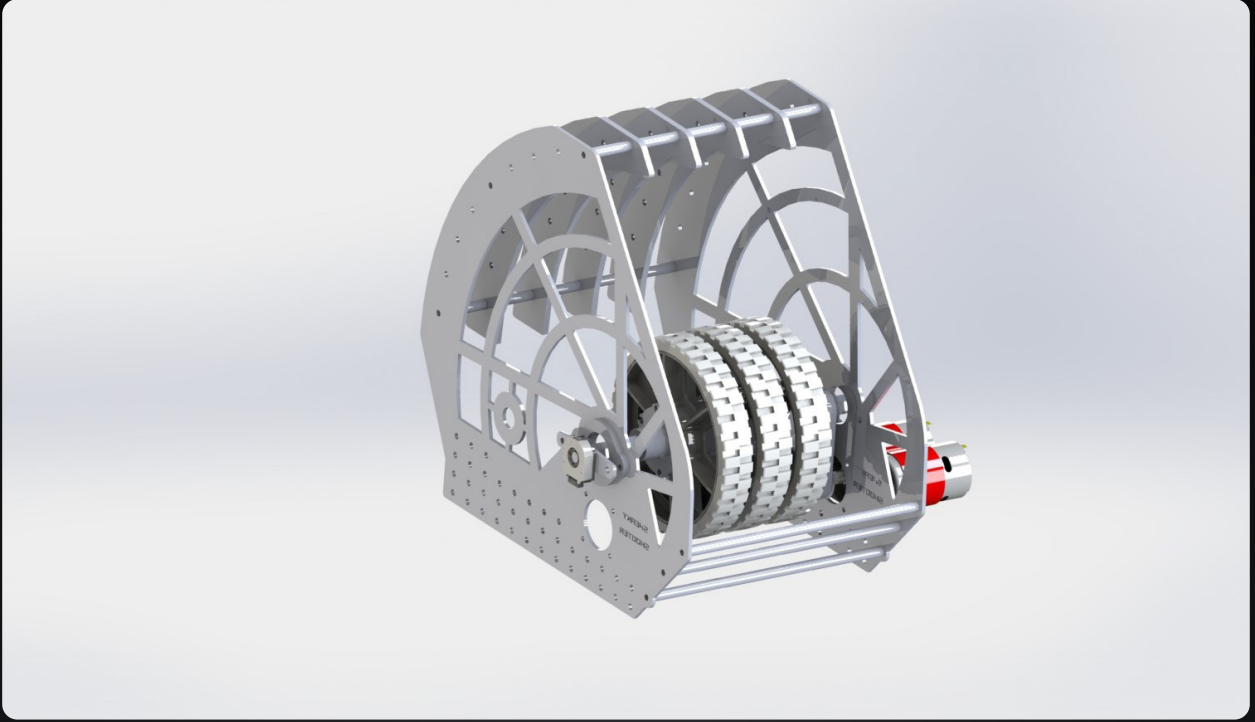
ii) Güç aktarımları

- CIM Motorundan altta bulunan hopper'a 2 adet 5m-20-9 kasnak ve htd5m-500 kayış ile güç aktarımı
- CIM Motorundan üstte bulunan hopper'a 2 adet 5m-20-9 kasnak ve htd5m-325 kayış ile güç aktarımı

iii) 5 powercell alma ve depolama kapasitesi

- 4 adet 5m-40-25 kasnak ve 2 adet htdm-1295 kayış ile üstten destekli powercell taşıma ve depolama
- 4 adet 5m-40-25 kasnak ve 2 adet htdm-1615 alttan destekli kayış ile powercell taşıma ve depolama

e) Shooter



i) Güç Aktarımı

- 2 Redline Motor
- BaneBots Gearbox 3.25:1 Redüksiyon
- Maksimum Hız: 6468 RPM - 34,40 m/s
- Maksimum Tork: 2,275 N-m

ii) Özellikleri

- 3 Adet 6 in. 80A Durometre HiGrip Tekerlek
- 37,5 derece sabit duruş açısı
- Topları sıkıştırma oranı : 2in

iii) “**Desmos Trajector Calculator**” uygulaması yardımı ve “Julia Design Calc Shooter Design Calculator” dökümanı ile Shooter açısı, hız ve flywheel değerlerini hesapladık.

Hooded Flywheel Launcher

	Free Speed (RPM)	Stall Torque (N*m)	Stall Current (Amp)	Free Current (Amp)	Resistance (Ohm)	
AM 775	21020	0,70	130,00	3,80	0,09	
# Motors per Gearbox	Gearbox Efficiency	Shot Efficiency	Launcher Wheel Diameter (in)	Projectile Mass (lb)	Speed Transfer	Effective Moment of Inertia
2	95%	80%	6	0,3125	38,71%	6,8 lb-in ²
Driving Gear	Driven Gear		Rotational Speed	Surface Speed	Projectile Speed	Spin Up Time
1	3,25		4300,00 rpm	112,6 ft/s	43,6 ft/s	1,1 s
1	1					
1	1		Flywheel Energy	Projectile Energy	Energy Lost per Shot	
1	1		200,16 J	17,50 J	10,93%	
3,25 : 1 <-- Overall Ratio						
Launcher Target Speed (RPM)	4300		Speed After Shot	Recovery Time	Shot Rate	Peak Current (per motor)
Variation (%)	1,00%		4058,26 rpm	86,57 ms	11,55 Hz	50,81 amp

MOI Worksheet

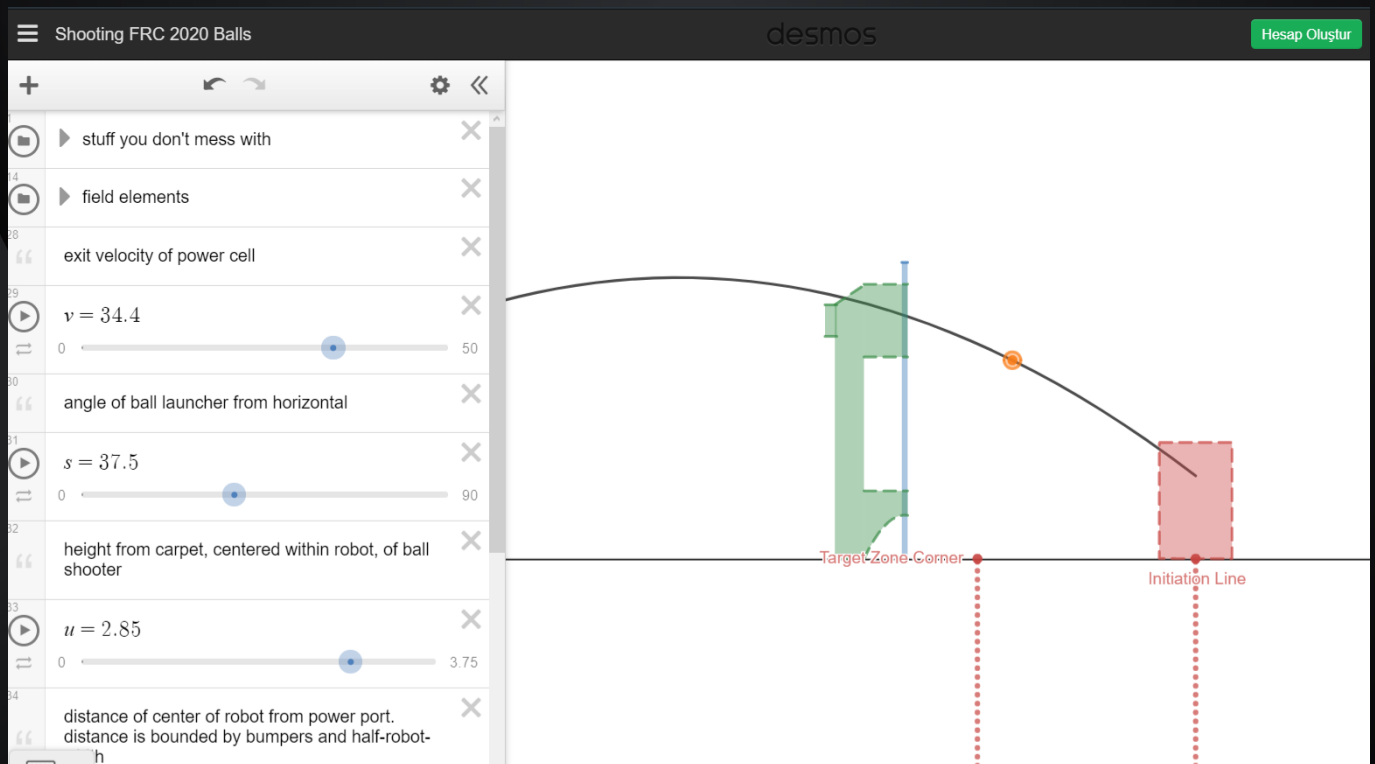
This assumes each wheel is a uniform cylinder. For custom MOIs, use the 3rd row
Ratio > 0 = faster than launcher wheel

	Launcher Wheel Mass (lb)	Launcher Wheel Diameter		Launcher Wheel MOI	
	1,5	6,0 in		6,8 lb-in^2	
Flywheel Mass (lb)	Flywheel Mass Diameter (in)	Flywheel Ratio (to launcher wheels)		Effective Flywheel MOI	
0	0	0		0,0 lb-in^2	
	Custom MOI (lb-in^2)	Ratio (to launcher wheels)		Custom Effective MOI	Total Effective MOI
	0	0		0,0 lb-in^2	6,8 lb-in^2

Speed Transfer Worksheet

Projectile Diameter (in)	Ball Mass	Wheel Diameter	Effective MOI	Speed Transfer
7	0,313 lb	6,0 in	6,8 lb-in ²	38,71%

Speed transfer is the % of the wheel's surface speed that gets translated to the ball
For a math reference see the readme



f) Climb



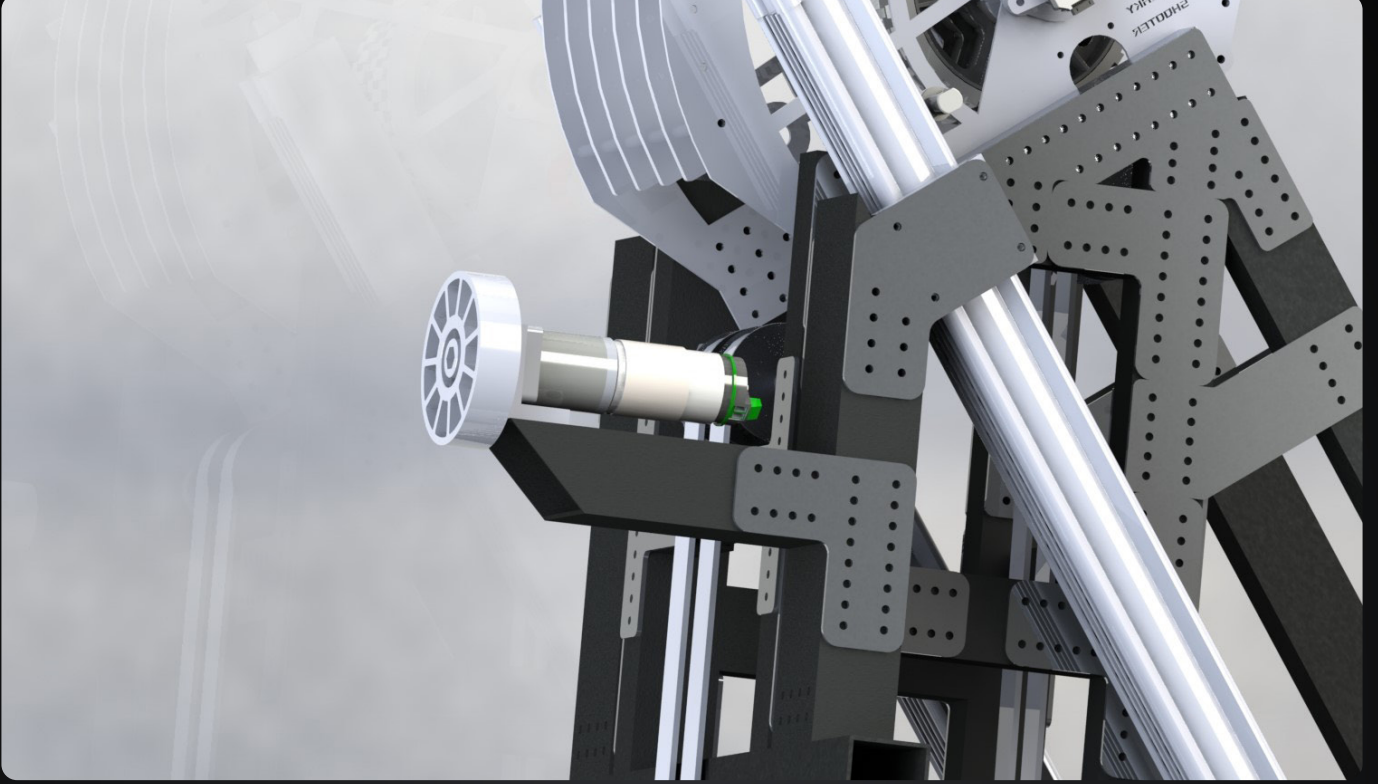
i) Özellikler

- 2 Adet Piston
- 40 mm Bore
- 16 mm Mil Çapı
- 800 mm Stroke
- Tırmanmış Sayılma Süresi: Kancalar barı tuttuktan 3 saniye sonra
- Pistonlar açıldığında robotun maksimum uzunluğu: 191 cm
- Çekme Kuvveti: 50 Kg x 2 (4 Bar)
- İtme Kuvveti: 42 Kg x 2 (4 Bar)

ii) Avantajları

- Kolay montaj
- Kısa sürede tırmanma

g) Control Panel



i) Özellikleri

- PG 71 Motor
- 4 in 50A Durometre Compliant Tekerlek
- Dönüş Hızı: 75 RPM
- Sabit kontrol panel yüksekliğinde

3. Programming

a. Görüntü İşleme ile Hedefleme

Bir adet Raspberry Pi Kamera modülü ve Raspberry Pi 4B+ kullanılarak çalıştırılan görüntü işleme yazılımımız çok düşük gecikme süresi ile ve 90 FPS kare hızında

çalışmaktadır. Sahadaki retroreflektif bantlara yansıtma üzere kullandığımız 5 adet 1W Power LED'ler ortalama 550 lümenlik bir ışık yaymakta ve bu da uzak mesafelerden de hedeflerin net bir şekilde görünmesini sağlamaktadır.

- **Hedefe Nişan Alma**

Görüntü işleme yaparken etraftaki aydınlatmadan ve diğer objelerden etkilenmemesi için kameranın parlaklığı, kontrastı ve ışık almasını(exposure) optimize ederek en yüksek doğruluk oranına ulaşıyoruz. Hedefi algıladıktan sonra ise hedefin yaw eksenindeki açısını robota NetworkTables aracılığı ile göndererek robotun hedefi ortalamasını sağlıyoruz. Bunun yanında SolvePNP kullanarak hedefin Pose2D olarak konumunu, ve bunun yanında robota uzaklığını hesaplayarak robotun inner goal'a atmak için gereken optimum dönüş hızını hesaplamasını sağlıyoruz.

- **Görüntü İşleme Durumunu Kontrol Etme**

Görüntü işleme yazılımımızın doğru hedefi algıladığından ve bunun yanında veride olabilecek bir noise'dan dolayı oluşacak hatalara engel olmak için kadrada algılanan bir hedefin olup olmadığını roboRIO'ya bildiriyoruz. Bununla birlikte görüntü işlemeden alınan veriyi optimum bant genişliği kullanımı ve en düşük gecikme ile MJPEG olarak sürücü bilgisayarına göndererek sürücünün gerekli bir durumda kontrol etmesine olanak tanıyoruz.

b. Otonom Navigasyon

• Robot Characterization ve Trapezoidal Motion Profiling

Otonom ve Teleop periyotlarında robotumuzun belirli mekanizmalarını çok düşük hata payı ile kontrol edebilmek için bu mekanizmaların matematik modellerini çıkartıyoruz. Matematik modelleme sonucu elde ettiğimiz değerleri kullanarak PID + Feedforward ile yüksek başarı elde ediyoruz.

• Trajectory ve Yol Planlama

Otonom periyodunda robotun olabildiği kadar hızlı ve yüksek doğrulukla görevini yerine getirebilmesi için yol planlama ve trajectory kullanıyoruz. Yarışma sahasının kuş bakışı görüntüsü üzerinde, robotumuzu götürmek istediğimiz noktaların X ve Y koordinatlarını hesaplayarak robotun gideceği yolu planlıyoruz ve robotun bu yolu izlemesini sağlıyoruz. Bu sayede robotumuz defalarca kez bozulmadan aynı rotayı izleyebilmekte ve yüksek bir başarı oranına ulaşabilmektedir.

c. Shooter Control

• RPM Kontrolü ile Stabil Atış

Otonom çalışan her mekanizmamızda yapmış olduğumuz gibi top atma mekanizmamızın da matematik modelini çıkararak optimum PIDF parametrelerimizi hesapladık. Top atma mekanizmamızda bulunan bir adet rotary enkoder ile anlık deviri hesaplayarak PIDF kontrolcümüzü kullanıyoruz. Görüntü işlemeden gelen dönüş hızı verisine top atma mekanizmamızı sabitleyerek top atıldığında oluşan hız kaybını çok kısa sürede telafi ederek her topun stabil bir şekilde aynı yere atılmasını sağlıyoruz.

d. Field Oriented Turns

• Hassas Dönüşlerde Yüksek Başarı

Maç esnasında sürücümüz belirli açılara kendisi kontrol ederek dönmeye çalıştığında uzun sürdüğünden ve başarı oranının düşük olduğundan dolayı trapezoidal motion profiling ile modelini çıkardığımız şasemizin spesifik açılara

kısa sürede ve yüksek doğruluk oranı ile dönmesini sağlıyoruz. End-game periyodunda robotun generator switch'in durduğu açığa tek tuşla dönmesini sağlayarak tırmanma hızımızı arttırıyoruz.



#ReachEveryone