

# BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ EEM 491

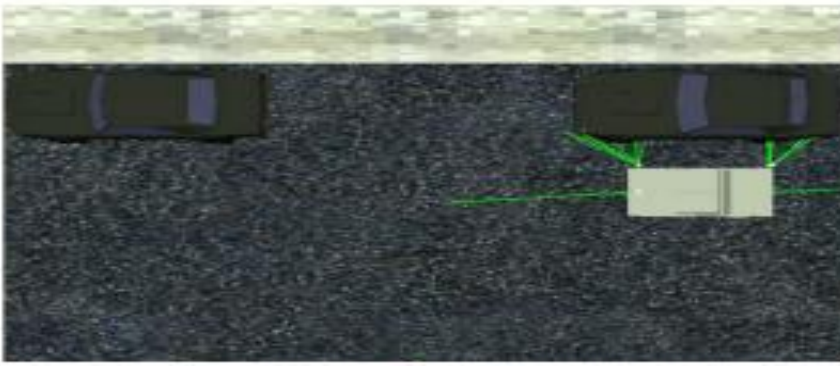
Hacı Ekrem KAYA  
20894015

Doç. Dr. Hamit ERDEM

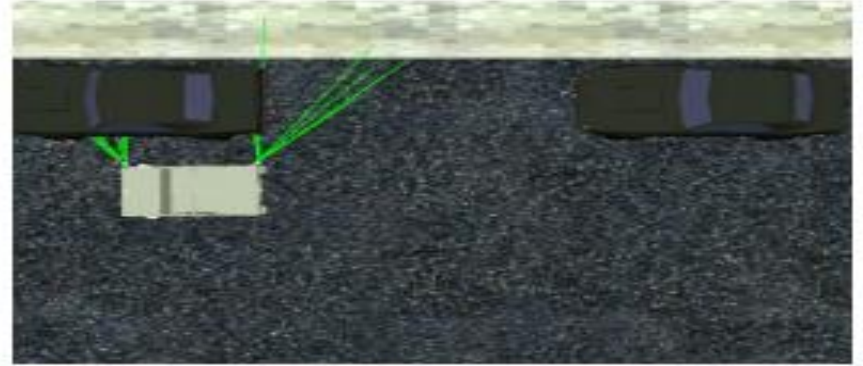
# PROJE KAPSAMI

- \* Bu projenin amacı milyonlarca araç sürücüsünün rutin park etme işlevini kolaylaştırmak ve belkide sürücü tarafından park edilmesi zor alanlara park etmektir.
- \* Bu sistem farklı olası durumlarda nasıl bir tepki göstereceği kullanıcıya gösterilecektir.
- \* Kullanıcı ,ortam ve aracın konumunu yazılımsal olarak değiştirebilecek ve araç park etme işlemini belli koşullar sağlandıysa gerçekleştirecektir.

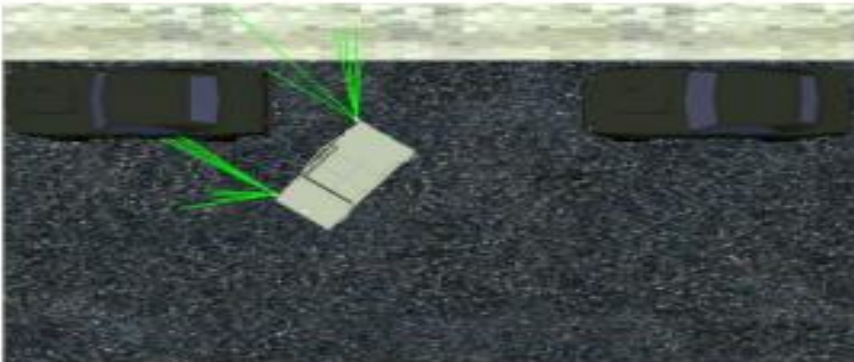
# Gezgin Robot Simülatörü Geliştirilmesi



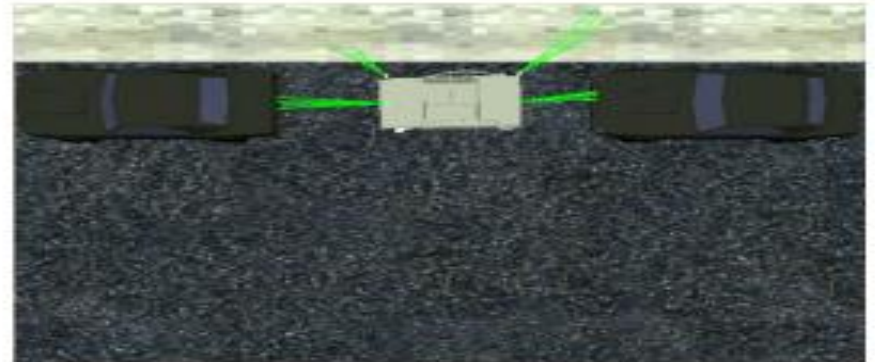
1



2

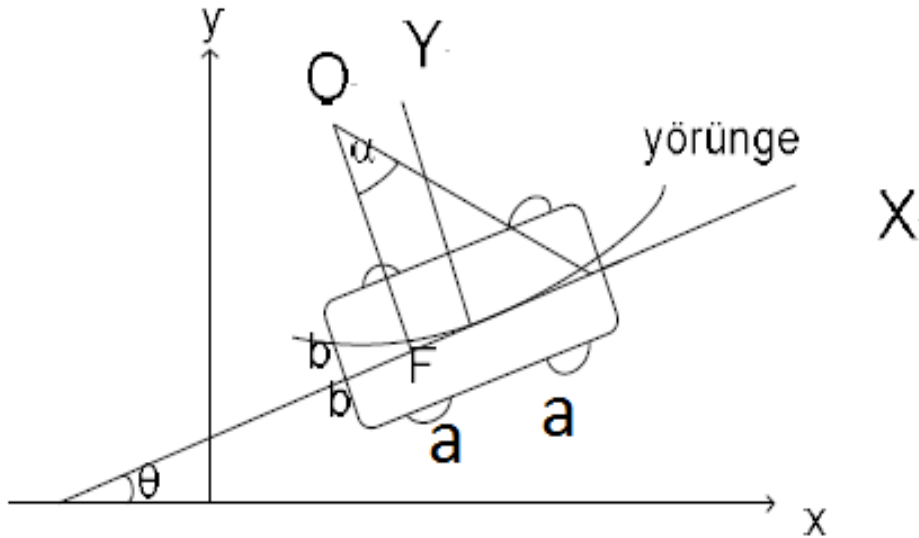


3



4

# ARABA BENZERİ GEZGİN ROBOTLARIN OTOMATİK PARK ETME SİSTEMİ



Araba benzeri gezgin robot modeli

- \* Araç boyutları  $2a$  ve  $2b$  olan dikdörtgen bir nesne olarak kabul edilmiştir. Robotun ön tekerlerinin yönlenmeyi sağlayacak şekilde sınırlı olarak döndüğü ve sürüşün arka tekerler aracılığıyla sağlandığı varsayılmıştır.
- \* Robotun modellenmesinde arka tekerleri birleştiren aksın orta noktası (F) referans noktası olarak alınmıştır.

# Kinematik Denklemler

- \* Robot hareket sırasında iki kısıtlamayla karşı karşıya kalır.
- \* Bunlardan bir tanesi hızın 0 radyal bileşenidir.

$$\frac{\partial x}{\partial t} \sin \theta + \frac{\partial y}{\partial t} \cos \theta = 0 \quad (1)$$

- \*  $x$  ve  $y$ , F noktasının koordinatları,  $\theta$  ise aracın referans koordinat sistemine göre yönlenme açısıdır.
- \* Robotun ön tekerleklerinin dönüş açısının  $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}$  aralığında olduğu kabul edilmiştir.

# Kinematik Denklemler

- \* Buradan da robotun doğrusal hızının ( $v$ ), açısal hız ve minimum  $\left(\frac{\partial \theta}{\partial t}\right)$  dönme yarıçapının  $(\rho_{\min})$  çarpımından büyük olması sınırlaması karşımıza çıkar. Bunu bir eşitsizlikle gösterecek olursak;

$$|v| \geq \left| \frac{\partial \theta}{\partial t} \right| \rho_{\min} \quad (2)$$

- \* Doğrusal hızın karesi

$$\left( \frac{\partial x}{\partial t} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 = v^2 \quad (3)$$

# Kinematik Denklemler

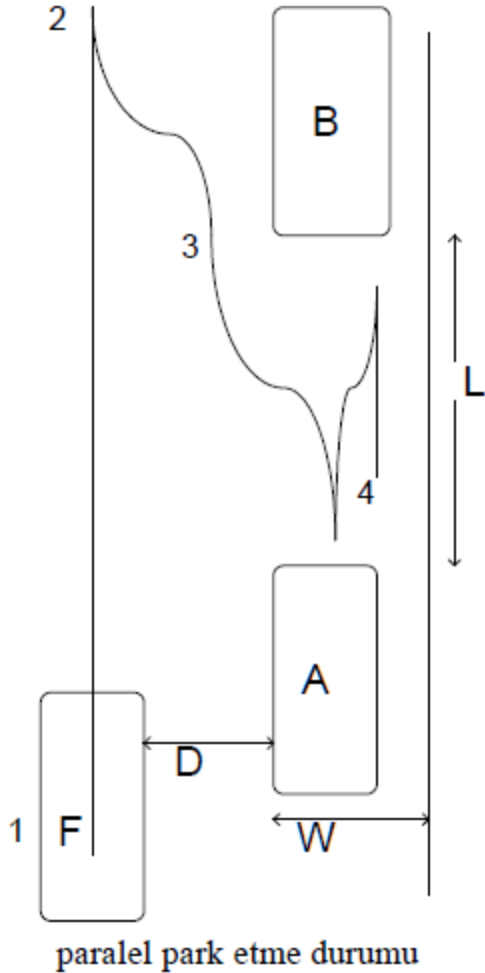
- \* (3), (2) numaralı denklemde yerine konulursa aşağıdaki eşitsizlik elde edilir.

$$\left(\frac{\partial x}{\partial t}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial t}\right)^2 - \rho_{\min}^2 \left(\frac{\partial \theta}{\partial t}\right)^2 \geq 0 \quad (4)$$

- \* (1) ve (4) no'lu eşitlikler robotun kinematik denklemleridir.

$$\frac{\partial x}{\partial t} \sin \theta + \frac{\partial y}{\partial t} \cos \theta = 0 \quad (1)$$

# Paralel Park Etme Sistemi



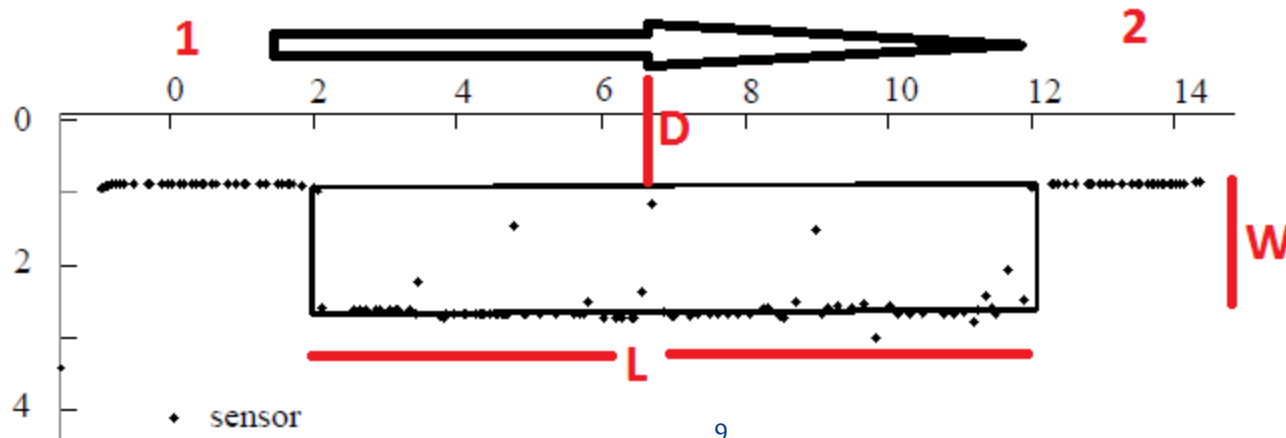
- \* Bu çalışmada otomatik paralel park etme süreci üç faza bölünmüştür. Bu fazlar sırasıyla :
- \* Tarama
- \* Pozisyon alma
- \* Park etme

Şekil 'de tipik bir sağ tarafa park etme durumu anlatmıştır.

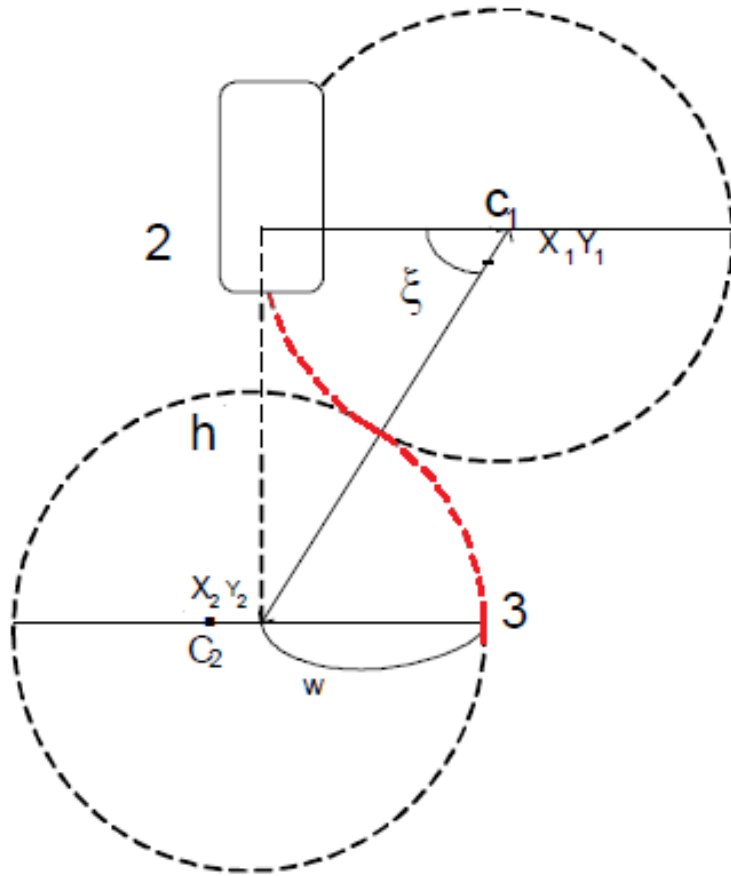


# Tarama Fazı

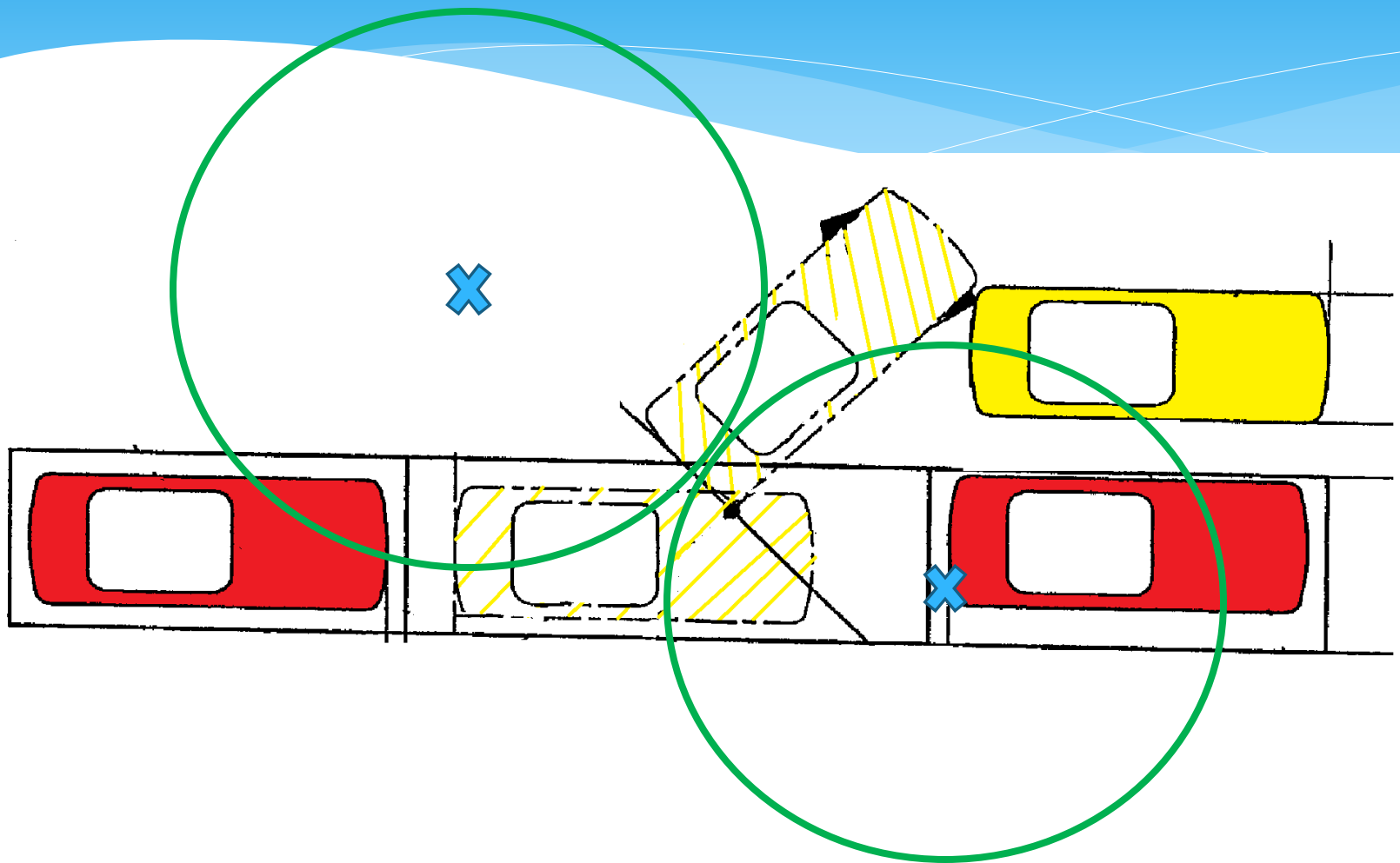
- \* Park alanı genelde iki park etmiş araç arasında kalmış olan dikdörtgen bir alan olarak varsayılır. Araç, 1 ve 2 pozisyonu arasında düz bir şekilde giderken algılayıcılar ortam hakkında bilgi toplar ve bu fazın sonunda L, W ve D hesaplanmış olur.



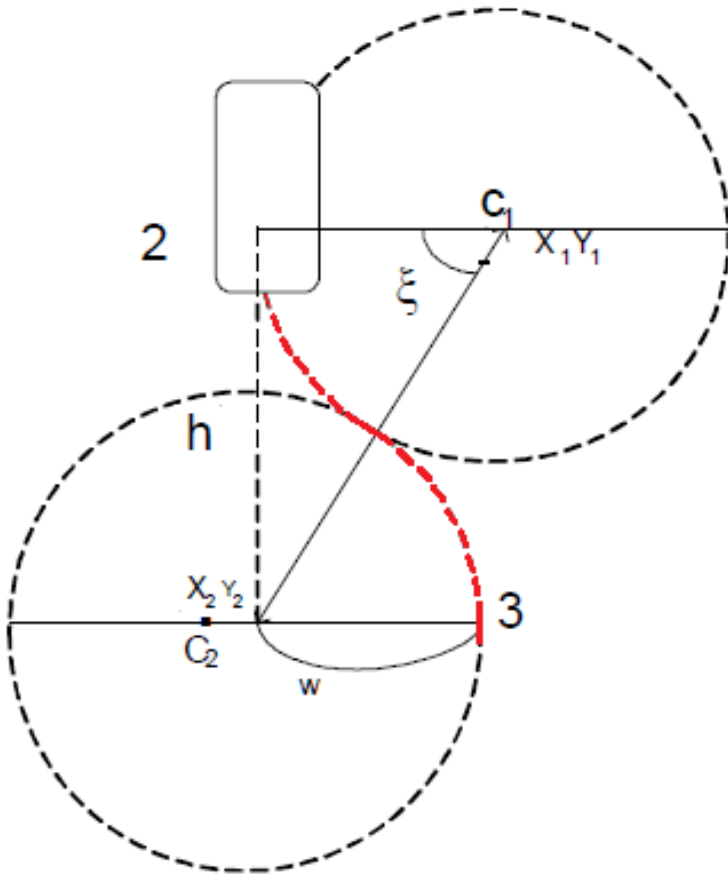
# Pozisyon Alma Fazı



- \* Pozisyon alma fazı paralel park etmek için oldukça önemlidir ve tarama ve park etme fazı arasında bir geçiş görevi görür. Pozisyon alma fazında sadece bir tane hareket vardır. Aracın F noktası birbiriyle kesişen iki benzer çemberi takip eder . Çemberlerin üzerinde eşit uzunlukta yaylar takip edilecektir.



# Koordinatları Belirleme



- \* Burada alttaki çemberin yarıçapının  $w'$  dan daha büyük olduğunu görüyoruz.
- \* Tarama fazı tamamlandığında 2 noktasının koordinatları bilinmiş olur.

# Koordinatları Belirleme

- \* Çemberlerin merkezlerinin koordinatlarını bulmak için  $\rho_{min}$  bulunmalıdır.

$$w = D - w_{min} \quad (5)$$

- \* Bu nokta da  $Wmin$  değeri çok önemlidir. Robotun, pozisyon alma fazında üstteki park etmiş araca çarpmaması için  $Wmin$  değeri b'den (arabanın yarı genişliği) büyük olmalıdır.

# Koordinatları Belirleme

$$\cos \xi = (\sqrt{(\rho_{\min}^2 - h^2)} / \rho_{\min}) \quad (6)$$

ve

$$\cos \xi = \frac{\left( \rho_{\min} - \frac{w}{2} \right)}{\rho_{\min}} \quad (7)$$

\* (6) ve (7) nolu denklemler kullanılarak

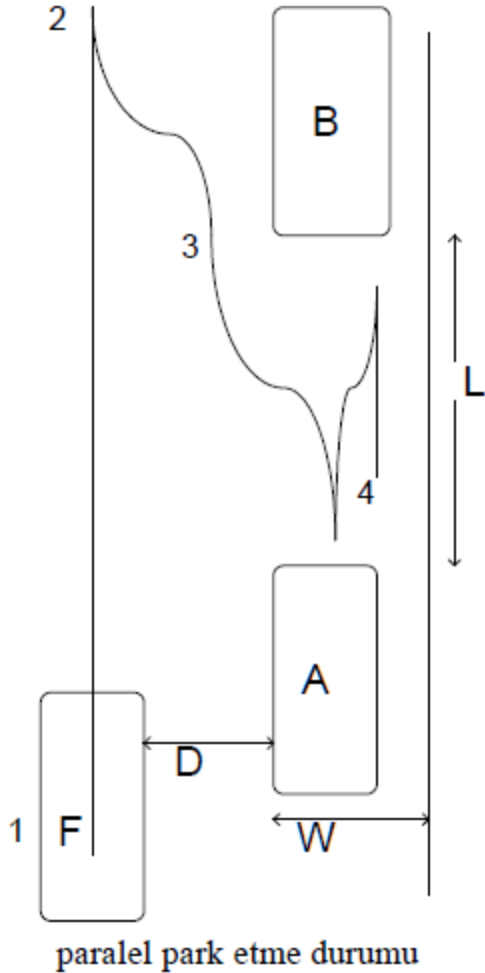
$$\rho_{\min} = (w^2 + h^2) / (4w) \quad (8)$$

# Koordinatları Belirleme

$$\xi = \sin^{-1} \left( \frac{h}{2\rho_{\min}} \right) \quad (9)$$

- \*  $\xi$  robotun çemberlerin üzerinde gideceği yayın gördüğü açıdır ve iki çemberin kesiştiği noktanın bulunması için önemlidir. Sinüs fonksiyonun gereği  $0 \leq h \leq 2\rho_{\min}$  dir.

# Park Etme Fazı



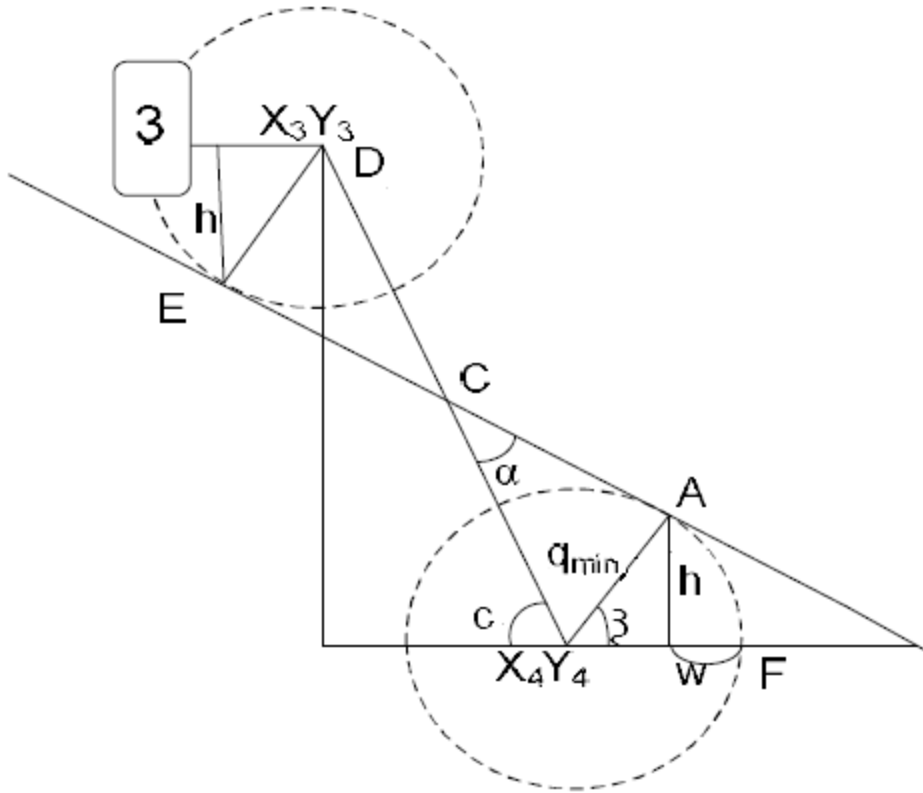
- \* Bu fazda robot, 3 numaralı pozisyondan 4 numaralı pozisyona gider.
- \* 3 numaralı pozisyonda robotun F noktası üstteki arabanın en altıyla aynı hizadadır. Bunun nedeni robotun sağ tarafının üstteki aracın sol tarafıyla temas etmemesini sağlamaktır.



# *Park Etme Fazı*

- \* Park alanının uzunluğuna ve genişliğine bağlı olarak park etme fazında tekrar edilen hareketlerin sayısı değişecektir. Arabanın ön tekerlerinin dönüş açısı  $\alpha$  hareketlerin sayısını belirleyen bir faktördür. Büyük  $\alpha$  değerlerinde tekrar edilecek hareket sayısı azalır. Ancak bazı durumlarda büyük  $\alpha$  değeri robotun üstteki araçla çarpışmasına neden olabilir.

# Park Etme Fazı



Park etme fazında park alanının büyük olduğu durumda kullanılan hareketin gösterimi

- \* Park etme fazında iki türlü hareket kullanılmıştır. Bunlardan bir tanesi park alanının robottan çok daha büyük olduğu durumlarda tek hareketle istenilen yere park edilmesidir . Bu hareket 3 numaralı pozisyonda başlar ve F noktası alttaki aracın orta noktasıyla aynı dikey hizaya geldiğinde hareket biter.

# Park Etme Fazı

$$c = \tan^{-1} \left( \frac{Y_3 - Y_4}{X_3 - X_4} \right) \quad (10)$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left( \rho_{\min} / \left( \sqrt{(Y_3 - Y_4)^2 + (X_3 - X_4)^2} \right) / 2 \right) \quad (11)$$

\* (10) ve (11) 'den ve bir önceki şekilden;

$$\xi = 90^\circ + \alpha - c \quad (12)$$

bulunur.

# *Park Etme Fazı*

- \* Park etme fazında kullandığımız diğer hareket ise park alanının robota göre çok büyük olmadığı yani tek hareketle park edemediğimiz durumlarda kullanılacak harekettir. Bu hareket pozisyon alma fazındaki hareketle hemen hemen aynıdır.

# Park Etme Fazı

- \* Birinci fark, pozisyon alma fazında  $\rho_{\min}$  kullanırken park etme fazında tekerlerin dönüş açısına bağlı bir çember yarıçapı  $\rho$  kullanılmasıdır. Bu çalışmada tekerlerin dönme açısı sabit alınmıştır, dolayısıyla park etme fazında  $\rho$  sabittir. Pozisyon alma fazında,  $\rho_{\min}$ ,  $w$  ve  $h$ 'a bağlı olarak hesaplanmıştı, park etme fazında  $\rho$  sadece robotun yarı uzunluğuna bağlıdır.

# Park Etme Fazı

$$\rho = \frac{a/2}{\tan(\alpha)} \quad (13)$$

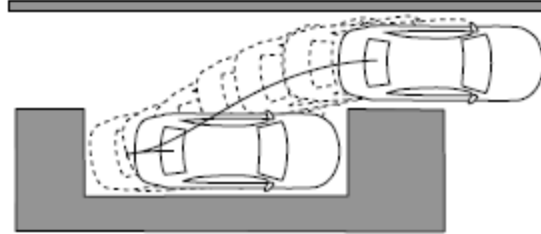
$$w = \rho - (\sqrt{(\rho^2 - h^2 / 4)}) \quad (14)$$

$$\xi = \sin^{-1} \left( \frac{h}{2\rho} \right) \quad (15)$$

- \* Bu değerler bulunduktan sonra hareketi yapmak için gereken diğer parametrelerde bulunur. Böylece bir geri hareketi tamamlamış oluruz. Bundan sonra aynı hareket ileri ve geri olacak şekilde kaldırırma yaklaşımına yaklaşıncaya kadar tekrarlanır.

# Sonuç

- \* Bu çalışmada araba benzeri robotların otomatik olarak paralel park etme problemi üzerinde çalışılmıştır. Algılayıcılar aracılığıyla boyutları belirlenen park yerine bir defada veya ileri geri tekrarlayan hareketlerle park edebilmek için gerekli manevralar planlanmıştır.



- \* Yörüngeler, yarıçaplar birbirine eşit ve genelde kesişen çemberlerin çevresini takip edecek şekilde oluşturulmuştur. Park alanının yeterince geniş (uzun) olması durumunda çemberler kesişmemekte ancak yörünge yine yarıçapları eşit iki çemberin çevresini takip edecek şekilde oluşturulmaktadır.