

Mühendislik Projesi Engineering Project

Hazırlayan: M. Ali Akcayol
Gazi Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

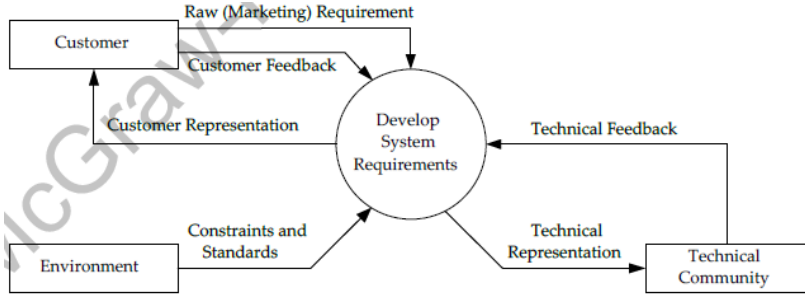
Bu dersin sunumları, "Ralph M. Ford, Chris S. Coulston, Design for Electrical and Computer Engineers, McGraw Hill, 2008." kitabı kullanılarak hazırlanmıştır.

İçerik

- ▶ Gereksinimleri belirleme süreci
- ▶ Mühendislik gereksinimleri
- ▶ Gereksinimleri belirleme
- ▶ Gereksinimleri geliştirme
- ▶ Örnek çalışma
- ▶ İleri düzey gereksinim analizi

Gereksinimleri belirleme süreci

- ▶ Tasarımın başarılı olması için **gereksinimlerin doğru tanımlanması gereklidir.**
- ▶ Geliştirme aşamasına geçmeden önce **gereksinimler üzerinde hem fikir olmalıdır.**
- ▶ **Mühendislik** ve **pazarlama gereksinimlerinin** ihtiyaçları karşılayacak şekilde **belirlenmesi gereklidir.**
- ▶ Gereksinim alınacak **paydaşlar, müşteri, çevre ve teknik komitedir.**



3

İçerik

- ▶ Gereksinimleri belirleme süreci
- ▶ **Mühendislik gereksinimleri**
- ▶ Gereksinimleri belirleme
- ▶ Gereksinimleri geliştirme
- ▶ Örnek çalışma
- ▶ İleri düzey gereksinim analizi

4

Mühendislik gereksinimleri

Bir mühendislik gereksiniminin özellikleri

- ▶ Mühendislik gereksinimleri tasarım için **teknik isterleri gösteren** kısa ifadelerdir (Sistem 50W güç sağlamalıdır.).
- ▶ Her mühendislik gereksinimi aşağıdaki dört özelliği karşılamalıdır:
 - 1. Abstract (özet):** Mühendislik gereksinim sistemin **ne yapacağını ve nasıl gerçekleştirileceğini** tanımlar. Zorunlu olmadıkça implementation hakkında bilgi verilmez (teknoloji, mikroişlemci, ...).
 - 2. Verifiable (doğrulanabilir):** Son üründe (sistemde) gereksinim **doğrulanması** için bir yol olmalıdır.
 - 3. Unambiguous (kesin):** Her gereksinim kısa cümlelerle yazılmalı ve **anlamı kesin** olmalıdır.
 - 4. Traceable (izlenebilir):** Pazarlama gereksinimlerini izlenebilir olmalıdır. Müşteri ihtiyaçlarını karşılamazsa başarılı olamaz.
- ▶ **Örnek:** "Robot ileriye doğru **ortalama 0.5m/s** hıza sahip olmalı, **maksimum hızı 1m/s** olmalı ve durmuş halde iken ortalama hıza **ulaşma süresi 1s** nin altında olmalıdır."

5

Mühendislik gereksinimleri

Gerçekçilik

- ▶ **Gereksinimler gerçekçi** olmalıdır.
- ▶ Örneğin **robot için 1.000.000 km/saat hız** belirlenebilir.
- ▶ 1.000.000 km/saat hız **doğrulanabilir, kesin ve özet bilgi** içermektedir. Ancak, **gerçekçi değildir.**

Kısıtlar

- ▶ Gereksinimler **kısıtları** ve **standartları** sağlamalıdır.
- ▶ Bir **kısıt çevreden** veya **paydaşlardan alınır.**
- ▶ **Kısıtlar tasarımı sınırlar.**
- ▶ Kısıtlar ile özet olma özelliği çakışır: "Sistem işlemleri PIC18F52 mikrodenetleyici ile yapmalıdır."
- ▶ **Müşterinin** PIC18F52 önemli oranda **bilgi birikimi olabilir.**

6

Mühendislik gereksinimleri

Standartlar

- ▶ Standartlar **ürünlerin/sistemlerin birlikte çalışmasını sağlar** (USB, RS-232, TCP/IP).
- ▶ Standartlar her gün kullanılan cihazların **sağlıklı ve güvenli** olmasını sağlar.
- ▶ Proje tasarımı sürecinde "**Hangi standartlar proje ile ilgili ve standartlar nasıl kullanılacak?**" sorusuna cevap aranır.
- ▶ Bir cihaz diğeriyle **iletişim yaparken standart bir protokol** kullanır.
- ▶ Bir projede kullanılacak **standartlar gereksinimlerde belirlenir.**
- ▶ "Sistem 10 yıl %95 güvenilirlik ile çalışacaktır." güvenilirlikle ilgili standardın kullanılmasını gerektirir.

7

Mühendislik gereksinimleri

Standartlar

- ▶ Proje gereksinimlerinde belirtilen **farklı standartlar olabilir:**
 - ▶ **Güvenlik (safety):** Güvenlik standartları **ürünün güvenli olması** için nasıl tasarlanacağını ve test edileceğini belirler.
 - ▶ **Test:** Genellikle güvenlikle ilgilidir ancak standart **benchmark testi** gibi testlerde kullanılabilir.
 - ▶ **Güvenilirlik (reliability):** Sistemin güvenilirlikle ilgili standartlarını ifade eder.
 - ▶ **İletişim:** Elektronik sistemlerin nasıl haberleşeceği ve **veri aktarımı** yapacağını belirleyen **standartlardır.**
 - ▶ **Veri formatı:** Standart veri formatları bilgisayarların veya sistemlerin **veri paylaşımını sağlar.**

8

Mühendislik gereksinimleri

Standartlar

- ▶ Proje gereksinimlerinde belirtilen farklı standartlar olabilir:
 - ▶ **Doküman: Teknik rapor** dokümanlarıdır. Dokümantasyon süreci veya iş pratikleri ile ilgili standartlarda kullanılabilir (ISO9000).
 - ▶ **Tasarım metotları:** Tasarım teknikleri standartlaşmıştır. Örneğin yazılım tasarım metodolojileri, tasarım dilleri (UML).
 - ▶ **Programlama dilleri:** Programlama dillerinin **söz dizimi standarttır**. Yazılım, sistemler veya derleyiciler arasında aktarılabilir.
 - ▶ **Bağlantı standartları:** Standart **kablo** bağlantıları kullanılır. **Sistemler ara yüzlerle** kolaylıkla **bağlanabilir**.
 - ▶ **Metastandartlar:** Bazı standartlar **birden fazla** standardın birleşimidir. RS-232 **mekanik** ve **elektronik** standartlara sahiptir.

9

İçerik

- ▶ Gereksinimleri belirleme süreci
- ▶ Mühendislik gereksinimleri
- ▶ Gereksinimleri belirleme
- ▶ Gereksinimleri geliştirme
- ▶ Örnek çalışma
- ▶ İleri düzey gereksinim analizi

10

Gereksinimleri belirleme

- ▶ Gereksinim tanımlama farklı teknikler ile yapılabilir:
 - ▶ **Çalışma toplantıları** ve **beyin fırtınası**
 - ▶ **Mülakatlar, anketler**
 - ▶ **Süreci** veya **cihazı** çalışırken **gözleme**
 - ▶ **Pazar analizi** ve **rakipleri kıyaslama**
 - ▶ **Araştırma** ve **teknik doküman inceleme**
- ▶ Farklı türde mühendislik gereksinimleri tanımlanabilir:
 - ▶ **Performans:** Cihaz veya sistemin performans gereksinimi tanımlar.
"Sistem fotoğraflardaki insan yüzlerinin %90 ını algılayacaktır."
 - ▶ **Fonksiyonellik:** Sistemin gerçekleştireceği işlevi tanımlar.
"Sistem ortam ısını algılayarak sayısal göstergeli ekrana en az %99 doğrulukla yazacaktır."

11

Gereksinimleri belirleme

- ▶ **Ekonomi:** Sistemin **geliştirme** ve **satış maliyetini** belirler.
"Toplam parça ve üretim maliyeti 500TL yi aşmayacaktır."
- ▶ **Enerji:** Sistemin **üreteceği/tüketeceği enerji miktarını** belirler. "Sistem ortalama 500mW güç tüketimine sahip olacaktır."
- ▶ **Çevre:** Sistemin **çevre** üzerindeki **etkisi** ve **dünyadaki kaynakları** kullanmaya etkisi tanımlanır.
"Sistemin modüler bileşenlerinin %50 si tamir edilebilir ve benzer ürünlerde yeniden kullanılabilir olacaktır."
- ▶ **Sağlık ve güvenlik:** **Sağlık** ve **güvenlik etkisi** tanımlanır. Radyo frekansı güvenlik seviyeleri **IEEE** ve **ANSI** standartları ile belirlenir.
"Sistem insanı sağlıksız elektromanyetik radyasyona maruz bırakmayacak ve ANSI C95.1 da tanımlanan güvenli çalışma şartlarını taşıyacaktır."

12

Gereksinimleri belirleme

- ▶ **Yasal:** Sistem tasarımı, **telif, marka ve patent** haklarını ihlal etmemelidir. Güvenlik ve gizlilik kısıtları gerekliyse belirlenmelidir.
"Sistem kullanıcı bilgilerini yasada belirtildiği gibi 128-bit şifreleme yaparak koruyacaktır."
- ▶ **Bakım ve sürdürülebilirlik:** Sistemin diğer **sistemlerle uyumluluğu** ve **tekrar kullanılabilirliği** belirlenir.
"Yazılım aşağıda doğru uyumluluğa sahip olmalıdır ve nesne kütüphanesinin 2. versiyonunu kullanacaktır."
- ▶ **Üretilebilirlik:** Tasarımın **nasıl üretileceği** belirlenir.
"Sistem, boyutları 1cm x 2cm den büyük olmayan bir kart üzerinde üretilecektir."
- ▶ **İşletme:** Sistemin kullanılacağı çevreyi belirler. **Isı, nem, elektromanyetik radyasyon, titreşim, ...**
"Sistem, 0°C ile 75°C ısı aralığında çalışacaktır."

13

Gereksinimleri belirleme

- ▶ **Politik:** **Hükümet, ortak işletmeler** ve **politik** ilişkilere dayalı kısıtları belirler.
"Sistem, kullanıcılara satılmadan önce Sağlık Bakanlığı onayı almalıdır."
- ▶ **Güvenilirlik ve kullanılabilirlik:** Sistemin doğru çalışması için **süre belirlenir**.
"Sistem, 5 yıl %95 güvenilirlikle çalışacaktır."
"Sistem, zamanın %99 unda çalışır halde olacaktır."
- ▶ **Sosyal ve kültürel:** Ürünün **faydaları** ve **riskleri** belirlenir. **Robotlar** iş kalitesi için çok **faydalıdır**, ancak **işsizliğe** yol açma **riski** vardır. Ürünün kullanıcı kitlesinin (hukuk, tıp, mühendis, ...) farklı kültürleri ve alışkanlıkları vardır.
"Sistem, İspanyolca ve İngilizce yardım menülerini sağlayacaktır."
- ▶ **Kullanışlılık:** Sistemin **kolay kullanılmasını** belirler.
"Sistemin kullanıcıları işlevlerin %80 ini 2 saat içinde öğrenebilecektir."

14

İçerik

- ▶ Gereksinimleri belirleme süreci
- ▶ Mühendislik gereksinimleri
- ▶ Gereksinimleri belirleme
- ▶ Gereksinimleri geliştirme
- ▶ Örnek çalışma
- ▶ İleri düzey gereksinim analizi

15

Gereksinimleri geliştirme

- ▶ Mühendislik gereksinimlerinin **iyi düzenlenmesi ve ihtiyaçları karşılaması gerekir.**
- ▶ **Benzer gereksinimlerin birleştirilmesi gerekir.**
- ▶ Gereksinimlerin **doğrulanması gerekir.**
- ▶ Gereksinimlerde **fazlalık** veya **örtüşme olmamalıdır.**
- ▶ Gereksinimlere **eksiklik olmamalıdır (underspecificity).**
- ▶ Gereksinimlerin **birbiriyle çelişmemesi gerekir.**
- ▶ Gereksinimlerin **hedef değerlerinin alt ve/veya üst sınırları olmalıdır.**
- ▶ Gereksinimlerde **gereksiz sınırlamalar yapılmamalıdır (overspecificity).**

16

Gereksinimleri geliştirme

Gereksinimlerin doğrulanması

- ▶ Gereksinimlerin doğrulanması **sistemin doğru geliştirilip geliştirilmediğini belirlemek için** gereklidir.
- ▶ **Doğrulama (validation)**, sistemin kullanıcı **ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığına** karar verme sürecidir.
- ▶ **Gereksinimlerin doğrulanması bir grup personel** tarafından yapılır.
- ▶ Aşağıdaki sorulara cevap aranır:
 - ▶ Her bir mühendislik gereksinimi **izlenebilir** ve **doğrulanabilir** midir?
 - ▶ Her bir mühendislik gereksinimi **gerçekçi** ve **teknik olarak feasible** midir?
 - ▶ Mühendislik gereksinimlerinde, **örtüşmeme (orthogonality)**, **tamlık (completeness)** ve **tutarlılık (consistency)** var mıdır?

17

İçerik

- ▶ Gereksinimleri belirleme süreci
- ▶ Mühendislik gereksinimleri
- ▶ Gereksinimleri belirleme
- ▶ Gereksinimleri geliştirme
- ▶ **Örnek çalışma**
- ▶ İleri düzey gereksinim analizi

18

Örnek çalışma

- ▶ Hands-free iPod cihazı için pazarlama gereksinimleri aşağıdaki gibidir.

Marketing Requirements

1. Should not minimize or slow down the functional quality of the iPod.
2. User should be able to search for songs and artists and receive feedback on selection.
3. System should provide clear understandable speech.
4. System should be able to understand voice commands from user.
5. Should be able to fit and operate in an automobile.
6. Should be easy to use.
7. Should be portable.

19

Örnek çalışma

- ▶ Hands-free iPod cihazı için belirlenen gereksinimler aşağıdaki gibidir.

Marketing Requirements	Engineering Requirements	Justification
4, 6	1. System will <i>implement nine voice command</i> functions (menu, play/pause, previous, next, up, down, left, right, and select) and respond appropriately according to each command.	These are the basic nine commands that are used to control an iPod and will provide all functionality needed.
1, 3, 4, 7	2. The <i>time to respond</i> to voice commands and provide audio feedback should not exceed 3 seconds.	The system needs to provide convenient use by responding to the user inputs within a short time period. From research it was determined that the response time for the iPod is less than 1 second and an average voice recognition system requires 2 seconds to recognize commands.

20

Örnek çalışma

► Hands-free iPod cihazı için belirlenen gereksinimler (devam).

4, 6	3. The <i>accuracy</i> of the system in accepting voice commands will be between 95% and 98%.	Research demonstrates that this is a typical accuracy of voice recognition chips. Speaker-independent systems can achieve 95% and speaker-dependent up to 98%.
5, 6	4. The system should be able to <i>operate</i> from a 12 V source and will draw a maximum of 150 mA.	The automobile provides 12 V DC. A current draw budget estimate was developed with potential components and 150 mA was an upper limit of current estimated.
5, 6, 7	5. The <i>dimensions</i> of the prototype should not exceed 6" × 4" × 1.5".	This system must be able to fit in a car compartment, somewhere between the seats. Estimate is based upon a size budget calculation using typical parts.

21

İçerik

- Gereksinimleri belirleme süreci
- Mühendislik gereksinimleri
- Gereksinimleri belirleme
- Gereksinimleri geliştirme
- Örnek çalışma
- İleri düzey gereksinim analizi

22

İleri düzey gereksinim analizi

Mühendislik-pazarlama tradeoff matrisi

- **Mühendislik** ve **market** gereksinimlerinin **birbirini nasıl etkilediği** belirlenir. Tabloda otomobil ses amplifikatörü için tradeoff matrisi verilmiştir.

Total Harmonic Distortion düştükçe, ses kalitesi artıyor. (Korelasyon yüksek)

		Engineering Requirements							
		THD	Output Power	η Efficiency	Install Time	Dimensions	Cost		
Marketing Requirements		1) Sound Quality	+	↑↑	↓		↓↓	↓↓	
		2) High Power	+	↓	↑↑	↑	↓↓	↓	
		3) Install Ease	+		↓		↑↑	↑	↓
		4) Cost	-	↓↓	↓	↓		↑↑	

(↑ = positive correlation, ↑↑ = strong positive correlation, ↓ = negative correlation, ↓↓ = strong negative correlation)

23

İleri düzey gereksinim analizi

Mühendislik tradeoff matrisi

- Mühendislik gereksinimlerinin birbirini nasıl etkilediği belirlenir.

Total Harmonic Distortion düştükçe, Çıkış gücü artıyor. (Negatif korelasyon)

		THD	Output Power	η Efficiency	Install Time	Dimensions	Cost
THD	-	↓					
Output Power	+		↑				
η Efficiency	+			↑			
Install Time	-				↓		
Dimensions	-					↓	
Cost	-						↓

(↑ = positive correlation, ↓ = negative correlation)

24

İleri düzey gereksinim analizi

Rakiplerle kıyaslama

- Mühendislik gereksinimleri için rakiplerle **benchmark** yapılır.

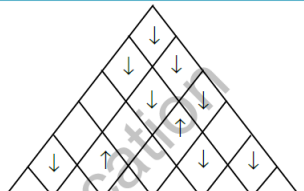
	Apex Audio	Monster Amps	Our Design
THD	0.05%	0.15%	0.1%
Power	30 W	50 W	35 W
Efficiency	70%	30%	40%
Cost	\$250	\$120	\$100

25

İleri düzey gereksinim analizi

Kalite evi (house of quality)

- Mühendislik gereksinimleri, pazar gereksinimleri, mühendislik gereksinimlerinin hedef değerleri kalite evi olarak ifade edilir.

							
		THD	Output Power	η , Efficiency	Install Time	Dimensions	Cost
		-	+	+	-	-	-
1) Sound Quality	+	↑↑	↓			↓↓	↓↓
2) High Power	+	↓	↑	↑↑		↓↓	↓
3) Install Ease	+		↓		↑↑	↑	↓
4) Cost	-	↓↓	↓	↓		↓	↑↑
Targets for Engineering Requirements		< 0.1%	35 watts	> 40%	≤ 5 minutes	6 × 8 × 3 inches	≤ \$100

Ödev

- ▶ Bir müşterinin sizden alışveriş merkezine gelen müşterileri karşılayacak ve sorulara cevap verecek bir robot yapmanızı istediğini varsayalım.
 - ▶ Pazarlama gereksinimlerini belirleyiniz.
 - ▶ Mühendislik gereksinimlerini belirleyiniz.
 - ▶ Mühendislik gereksinimlerinin hedef değerlerini belirleyiniz.
 - ▶ Mühendislik-pazarlama tradeoff matrisini oluşturunuz.
 - ▶ Mühendislik tradeoff matrisini oluşturunuz.
 - ▶ Ulusal ve/veya uluslararası rakiplerle kıyaslama tablosunu oluşturunuz.
 - ▶ Kalite evini oluşturunuz.