## 

## SİSTEM GEREKSİNİM ÖZELLİKLERİ DOKÜMANI

[SİSTEM GEREKSİNİM ÖZELLİKLERİ DOKÜMANI](#_Toc462757246)

[1. KAPSAM](#_Toc462757247)

[2. KAYNAK DOKÜMANLAR](#_Toc462757248)

[3. SİSTEM GEREKSİNİMLERİ](#_Toc462757249)

[3.1 SİSTEM DURUM VE MODLARI](#_Toc462757250)

[3.2 SİSTEM FONKSİYONLARI VE PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ](#_Toc462757251)

[3.3 SİSTEM DIŞ ARAYÜZ GEREKSİNİMLERİ](#_Toc462757252)

[3.4 SİSTEM İÇ ARAYÜZ GEREKSİNİMLERİ](#_Toc462757253)

[3.5 ÇEVRE KOŞULLARI](#_Toc462757254)

[3.6 KAYNAK GEREKSİNİMLERİ](#_Toc462757255)

[3.7 FİZİKSEL GEREKSİNİMLER](#_Toc462757256)

[3.8 KALİTE GEREKSİNİMLERİ](#_Toc462757257)

[3.9 SİSTEM TASARIM VE YAPI GEREKSİNİMLERİ](#_Toc462757258)

[3.10 DİĞER GEREKSİNİMLER](#_Toc462757259)

[4. GEREKSİNİMLERİN İZLENEBİLİRLİĞİ](#_Toc462757260)

[5. NOTLAR](#_Toc462757261)

[6. EKLER](#_Toc462757262)

# KAPSAM

* TANIM

Bu doküman, modüler tarım sistemi projesinin tasarım, geliştirme ve uygulanabilirlik süreçlerine ilişkin gereksinimleri belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Sistem, tarımsal üretimde verimliliği artırmak, modüler ve taşınabilir yapısıyla farklı uygulama alanlarına uyum sağlamak için geliştirilmiştir.

* SİSTEME GENEL BAKIŞ
* Tedarik Makamı ve Kullanıcılar:
  + Bu sistem, tarım sektörü için ileri düzey teknolojiler geliştirmeyi hedefleyen kurumlar veya bireysel kullanıcılar tarafından kullanılabilir.
* Kullanım Yeri ve Amacı:
  + Sistem, özellikle kontrollü ortam tarımı için tasarlanmıştır. Endüstriyel seralar, laboratuvarlar veya ev tipi tarım uygulamalarında kullanılabilir.
* Sistemin Görevi ve Genel Özellikleri:
  + Görev: Bitki büyümesi için gerekli tüm çevresel koşulları otomatik olarak sağlamak ve sürdürülebilir bir üretim ortamı yaratmak.
* Genel Özellikler:
  + Modüler, taşınabilir ve ölçeklenebilir yapı.
  + Sensör verileriyle otomatik kontrol.
  + Geri dönüştürülebilir su yönetimi ve enerji verimli LED ışıklandırma.
* DOKÜMANA GENEL BAKIŞ
* Amaç:
  + Bu doküman, modüler tarım sistemi projesi için gereksinimlerin kapsamını, işleyişini ve teknik detaylarını açıklamaktadır.
* İçerik:
  + Sistemin tanımı, alt sistemlerin özellikleri, gereksinimlerin izlenebilirliği ve doğrulama yöntemleri doküman boyunca ele alınmıştır.
* Gizlilik Durumu:
  + Bu doküman herhangi bir gizlilik sınırlaması içermemektedir ve eğitim amaçlı kullanılmaktadır.
* TANIMLAR VE KISALTMALAR
* **LED:** Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot).
* **EC:** Elektriksel İletkenlik (Electrical Conductivity).
* **pH:** Hidrojen İyon Konsantrasyonu.
* **LDR:** Light Dependent Resistor (Işığa Bağımlı Direnç).
* **FPGA:** Field Programmable Gate Array (Alana Programlanabilir Kapı Dizisi).
* **PVC:** Polyvinyl Chloride (Polivinil Klorür).

# KAYNAK DOKÜMANLAR

* 1. Resmi Dokümanlar:
     1. ISO 9001: Kalite Yönetim Sistemi.
     2. IEC 60364: Elektrik tesisat güvenliği standartları.
  2. Standartlar:
     1. LED aydınlatma için IEEE 1789 standardı.
     2. Sensör üreticilerine ait teknik dokümanlar.
  3. Firma Dokümanları:
     1. Kullanılan sensörlerin, kontrolcülerin ve diğer ekipmanların üretici teknik dökümanları.
  4. Çizimler/Grafikler:
     1. Şasi ve mekanik yapı için CAD tasarım dosyaları.
     2. Sistem yerleşim planı ve sensör bağlantı diyagramları.

# SİSTEM GEREKSİNİMLERİ

Bu bölüm, alıcı/kullanıcı veya proje koordinatörü makam tarafından teknik şartname veya benzeri bir dokümanla tanımlanan ön sistem gereksinimlerinin değerlendirilmesi ve detaylandırılmasıyla oluşturulur. Tasarlanacak ürünün sahip olacağı özellikleri tanımlar. Sistem gereksinim özelliklerinde verilen gereksinimler bazı projelerde sistemin kabulüne esas teşkil eder.

Gereksinimlerin oluşturulması sırasında verilecek bilginin detayı şu şekilde belirlenir:

* Sistemin kabulüne esas teşkil edecek gereksinimler bu seviyede verilir
* Tasarımcıya bırakılacak detaylar daha alt dokümanlarda (Tasarım Tanımı) verilir.

Sistem gereksinimleri aşağıdaki alt başlıklar altında detaylandırılır.

## 3.1 SİSTEM DURUM VE MODLARI

* Durumlar:
  + Bekleme Modu: Elektrik bağlantısı yapılmış ancak sistem çalışmaya başlamamış durumda.
  + Çalışma Modu: Sensörlerden alınan verilere göre LED, su pompası ve fanlar gibi alt sistemler aktif çalışır.
  + Arıza Modu: Sensör veya sistemdeki bir hata algılandığında uyarı verir ve güvenlik protokolleri devreye girer.

## SİSTEM FONKSİYONLARI VE PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ

1. Sulama Fonksiyonu:
   1. Su sıcaklığı, EC ve pH sensörlerinden alınan verilere göre sulama yapılır.
   2. Su pompası, sensörlerin verilerine bağlı olarak debi ve basınç kontrolü sağlar.
   3. Geri dönüşüm sistemi suyu filtreleyerek yeniden kullanıma hazırlar.
2. Havalandırma Fonksiyonu:
   1. Ortamın nem ve sıcaklık değerlerini optimize etmek için fanlar sensör verileriyle otomatik çalışır.
   2. CO₂ sensörleri, bitki büyümesi için gereken seviyeyi düzenler.
3. Işıklandırma Fonksiyonu:
   1. LED ışıklar, zamanlayıcı röleler ve ışık sensörleriyle kontrol edilir.
   2. Işık spektrumu 400-500 nm aralığında olup bitkilerin büyümesine uygun mor dalga boyunda çalışır.

## SİSTEM DIŞ ARAYÜZ GEREKSİNİMLERİ

1. Kullanıcı Arayüzü:
   1. Sensör verilerinin anlık olarak grafiksel gösterimini sağlayan bir LCD ekran sistem üzerinde bulunur.
   2. Kontrol paneli üzerinden sistem durumu takip edilebilir ve mod değişiklikleri yapılabilir.
   3. Elektrik panosu üzerindeki ekrandan sistemin güç ve kontrolcü durumu gibi daha teknik bilgilere erişebilir (sadece yetkili kullanıcılar).
2. Harici Bağlantılar:
   1. Sisteme harici bir güç kaynağı bağlanabilir acil durumlar için.
   2. Gelecekte eklenmesi planlanan uzaktan izleme ve kontrol için WiFi veya Ethernet bağlantı portları bulunabilir.
   3. Modüler sistem olacağı için diğer sistemlerle haberleşmesi için çeşitli haberleşme bağlantıları sistemde olacaktır.

## SİSTEM İÇ ARAYÜZ GEREKSİNİMLERİ

* Sensör ve Aktüatör Bağlantıları:
  + Sensörler mikrokontrolcüye I²C veya UART protokollerinden birisiyle bağlanır.
  + LED'ler ve fanlar, röleler aracılığıyla kontrol edilir.
  + Su pompası elektriksel olarak motor sürücüsüne bağlıdır ve motor sürücüsünden önce motoru koruma amaçlı termal şalter, akım rölesi gibi çeşitli koruma önlemleri güç hattı üzerinde alınmıştır. Motor sürücünün kontrolü de mikrokontrolcü tarafından sağlanmaktadır.
* Kontrolcü İletişimi:
  + Mikrokontrolcü tüm sensör verilerini toplar, kendi algoritması içerisinde uygun bitki için işler ve gerekli aktüatörleri çalıştırır.
  + Diğer kontrolcülerden gelen verileri de sistemde saklar. Örneğin diğer sistemde hava ısındığı için fan çalıştığı zaman yanındaki sistemin de hava akışını değiştireceği için bu sistemde etkilenebilecektir. Bu sebeple sistemlerin haberleşmesi her türlü mantıklı hareket olacaktır.

## ÇEVRE KOŞULLARI

 **Çalışma Sıcaklığı:** 5°C - 50°C arası.

 **Nem Oranı:** %10 - %85 RH.

 **Titreşim ve Şok:** Sistemin mekanik yapısı, 10 m/s² titreşim ve düşük şok dayanıklılığına sahiptir. Sistemde hareketli parça sayısı az olduğu için düşük değer seçilmiştir.

 **Toz ve Su Koruması:** Sistemde kullanılan su pompası ve elektrik panosu IP65 koruma standardına uygundur.

 **Hava Basıncı:** Sistem çoğu rakımdaki hava basınçlarında çalışabilecek potansiyeldedir. Bu sayede egzotik ya da özel, endemik bitkiler yetiştirmeye uygundur.

## KAYNAK GEREKSİNİMLERİ

* Güç Tüketimi: Maksimum 220W.
* Su Kapasitesi: Maksimum 250 litre, (tavsiye edilen 30 -50 litre).
* Elektrik Kaynağı:220V AC şebeke elektriği.
  + Düşük voltajlı bileşenler için pano içinde bir dönüştürücü modül bulunmaktadır (12-24V/5V DC).
* Besin ve pH Tank Kapasiteleri:
  + pH dengeleme için 2 litrelik asit ve baz tankları.
  + Besin karışımı için her biri 3 litre kapasiteye sahip birleşik iki tank.

## FİZİKSEL GEREKSİNİMLER

1. Boyutlar: 100x200x180 cm.
2. Malzeme:
   1. Şasi için demir kare profiller.
   2. Su kanalları için PVC malzeme.
   3. Ağırlık: Sistem tamamen dolu durumda yaklaşık 50-60 kg ağırlığa sahiptir ( Su deposunun doluluğuna göre değişmektedir).

## KALİTE GEREKSİNİMLERİ

Bu bölümde sistemin fonksiyonlarının yerine getirilme kalitesini belirleyecek gereksinimler alt başlıklara ayrılarak verilir.

Bu bölümde kullanılabilecek alt başlıkları ve içerikleri aşağıda verilmiştir:

1. **Güvenilirlik (Reliability):**
   1. Sistem, 1 yıllık süre içinde en az %98 çalışma süresi sağlamalıdır.
2. **İdame Edilebilirlik (Maintainability):**
   1. Sistem, 3 saatten kısa sürede bakıma hazır hale getirilebilir.
3. **Göreve Hazır Olma (Availability):** 
   1. %99 kullanılabilirlik oranı hedeflenmektedir.
4. **Esneklik (Flexibility):**
   1. Sistem tasarımı %100 modülerdir ve farklı bitki türlerine uyarlanabilir, geliştirilebilir, parçaları değiştirilebilir.
5. **Yazılımın Taşınabilirliği (Portability of Software**):
   1. Sensör ve aktüatörlerin bağımsız olarak test edilebileceği bir kontrol moduna sahip değildir.
6. **Yeniden Kullanılabilirlik (Reusability)**: Farklı bitki türleri için sürekli olarak revize edilebilir. Aynı bitki türleri için farklı lokasyon ya da farklı şartlar altında da çalışabilir.
7. **Test Edilebilirlik (Testability):** Test edilebilmesi kolaydır. Her sensör ve motorlardan ve kaynaklardan sistemde feedback mekanizması olduğu için olası hatalarda kullanıcı uyarılabilmektedir.
8. **Kullanılabilirlik (Usability):** Sistem eğer herhangi bir bitki türü için ayarlanmışsa ve gerekli güç, sıvı, besin, hammadde ihtiyacı sağlanmış ise kullanıcı panel üzerinden çok kolay bir şekilde sistemi başlatabilir veya başlamış sistemdeki durumları gözlemleyebilir. Diğer yandan geçmiş zamanlara dair verileri de görebilme fırsatına sahiptir.

## SİSTEM TASARIM VE YAPI GEREKSİNİMLERİ

Bu bölümde, tasarım ve sistemin yapısına doğrudan yönelik gereksinimler tanımlanır. Örnek olarak aşağıdaki gereksinimler verilebilir:

1. **Mimari Gereksinimleri:** Belirli bir sistem mimarisinin kullanılmasını ya da mimarideki gereksinimleri tanımlar. Örnek olarak belirli bir alt sistemin kullanılması verilebilir.
2. **Müşteri Tarafından Talep/Temin Edilen Alt Sistemler:** Müşteri tarafından temin edilecek veya müşteri tarafından kullanılması zorunlu kılınmış, cihaz, yazılım, sistem vs. ile ilgili gereksinimlerdir.
3. **Tasarım Standartları:** Tasarımda kullanılması istenen tasarım veya yapı standartları, yazılım dilleri, veri haberleşmesi protokolleri, arayüz standartları vs. ile ilgili gereksinimlerdir.
4. **Parça Gereksinimleri:** Standart, askeri ya da mevcut parçaların kullanımını belirten gereksinimlerdir.
5. **Malzeme Gereksinimleri:** Kullanılması tercih edilen ya da kullanılmaması gereken malzemeler, malzeme seçiminde uyulması gereken standartlar, tehlikeli maddelerin kullanım kriterleri vb. gibi gereksinimlerdir.
6. **Etiket ve Markalama:** Etiket, markalama, adlandırma, numaralama vb. konulardaki gereksinimlerdir.

Bu bölümde ayrıca sistemde kullanılması istenen yazılımlar (işletim sistemleri, veri tabanı yönetim sistemleri, haberleşme/bilgisayar ağı yazılımları, simulatörler, test ve üretim yazılımları) da tanımlanabilir. Kullanılması istenen yazılımların versiyon bilgisi, referans dokümanları vs. belirtilmelidir.

## DİĞER GEREKSİNİMLER

* Geliştirme Potansiyeli:
  + Sisteme uzaktan izleme, kontrol etme, çeşitli modlar eklenebilir.
  + Makine öğrenimi entegrasyonu ile sensör verilerinden elde edilen verilerle makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak sistemin performansı optimize edilebilir. Örneğin, bitki büyümesi için en uygun çevre koşulları otomatik olarak öğrenilebilir.
  + Ek kamera ya da çeşitli cihazlar ekleyerek ve görüntü işleme gerçekleştirerek hastalanmış, yaralanmış bitkilerin ya da bitkilerin büyüme durumunu ölçen sistemler eklenebilir.
* **Güvenlik Gereksinimleri:**
  + Su taşmalarını önlemek için su seviyesini sürekli izleyen bir alarm sistemi eklenmelidir.
  + Elektrik panosunda yüksek voltaj bileşenleri için ilave bir yalıtım katmanı kullanılmalıdır.
* **Enerji Verimliliği:**
  + Enerji tüketimini optimize etmek için sistem, enerji verimliliği odaklı zamanlama algoritmaları kullanabilir. Örneğin, LED ışıklar sadece ihtiyaç duyulan süre boyunca çalıştırılabilir.
  + Yenilenebilir enerji entegrasyonu (örneğin, güneş panelleri ile destek) düşünülebilir.
* **Ekolojik Duyarlılık:**
  + Su tasarrufu sağlayan filtreleme ve geri dönüşüm sistemleri geliştirilmelidir.
  + Kullanılan malzemelerin geri dönüştürülebilir ve çevre dostu olması hedeflenmelidir.

# GEREKSİNİMLERİN İZLENEBİLİRLİĞİ

* 1. Üst Gereksinimler
     1. Sistem, verimli ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını desteklemek için tasarlanmıştır.
     2. Tam otomasyon, düşük enerji tüketimi ve geri dönüşüm sistemlerinin entegrasyonu üst gereksinimlere dayanmaktadır.
  2. Alt Gereksinimler:
     1. Şasi, sensörler ve elektrik panosunun yapısal özellikleri, projenin tasarım hedefleri doğrultusunda belirlenmiştir.
     2. Kontrolcü, sensörlerden gelen verileri işleyerek aktüatörleri çalıştırma kabiliyetine sahiptir.

**Gereksinim İzleme Tablosu:**

| **Gereksinim No** | **Üst Gereksinim** | **Alt Gereksinim** |
| --- | --- | --- |
| GR-01 | Verimli enerji tüketimi | LED ışıkların zaman rölesiyle kontrolü |
| GR-02 | Hassas sulama | pH ve EC sensörlerinden gelen verilere dayalı sulama sistemi |
| GR-03 | Geri dönüşüm | Su filtrasyon ve geri toplama sistemi |
| GR-04 | Kullanıcı dostu arayüz | LCD ekran ve kontrol paneli |

# NOTLAR

Dokümanda verilen notasyonun açıklaması aşağıdaki gibidir.

1. **ID:** Gereksinimlerin tanımlanmasında benzersiz bir kimlik numarası atanmıştır. Örneğin:
   1. GR-01: Sulama Sistemi Gereksinimleri.
   2. GR-02: Havalandırma Sistemi Gereksinimleri.
   3. GR-03: Işıklandırma Sistemi Gereksinimleri.
2. **Doğrulama Yöntemi:** Bu bölümde, dokümanda tanımlanan sistem gereksinimlerinin her biri için, tanımlanan özelliğin sağlandığının ispatında kullanılacak yöntem tanımlanır.

Bu bölümde kalite ispatlama yöntemleri aşağıda verilen alt Başlıklardan gerekenler altında tanımlanır:

1. Analiz  (A):
   1. Matematiksel ve teknik modelleme ile su debisi, ışık dalga boyları ve enerji tüketimi analiz edilecektir.
   2. Kullanılan malzemelerin dayanıklılık testleri (örneğin, demir profillerin yük taşıma kapasitesi).
2. Muayene (M):
   1. Montajın doğru yapıldığını kontrol etmek için sistem bileşenleri fiziksel olarak gözden geçirilecektir.
   2. Şasi ve su kanallarının yerleşimi ölçüm araçlarıyla doğrulanacaktır.
3. Gösterim (G) :
   1. Sensör verilerinin doğru okunup arayüzde gösterilmesi test edilecektir.
   2. LED ışıkların zamanlama ve parlaklık kontrolü canlı senaryolarda gözlemlenecektir.
   3. Pompanın basıncı ve debisi gözle görülür şekilde kontrol edilecek ve bitkiye uygun olup olmadığına araştırma sonucu karar verilecektir.
4. Test (T) :
   1. pH sensörünün hassasiyeti laboratuvar koşullarında standart çözeltilerle test edilecektir.
   2. Geri dönüşüm sisteminde kullanılan filtrelerin su kalitesini artırma performansı ölçülecektir.
   3. Benzeşim (B) :

Gereksinimin karşılandığının; aşağıda belirtilen koşulların tümünün sağlanması halinde, daha önceden geliştirilmiş bir sistem/alt sistem/ donanım konfigürasyon birimine uygulanan test sonuçlarına göre ispat edilmesi yöntemidir.

* İki sistem /alt sistem / donanım konfigürasyon birimi arasında yeterince benzerlik vardır. Gereksinimin karşılanma durumu her iki sistem/alt sistem/donanım konfigürasyon birimi arasında farklılık göstermeyecektir.
* Yapılmış olan geçerli kılma aynı amaçla yapılmıştır.

Daha önce yapılan geçerli kılma sonunda hata tespit edilmiş ise bu hataların giderilmesi ile ilgili düzeltme önlemleri alınmış ve hatanın giderildiği doğrulanmıştır.

1. Diğer Özel Yöntemler (D) :
   1. Sistem tamamen kurulduktan sonra, kullanıcı deneyimi test edilerek ergonomik özellikler ve sistemin çalışma verimi değerlendirilecektir.
   2. İstem uzun kullanım testine tabi tutulup bitkilerin verimi ve sisteme uyumu kontrol edilecektir.
2. **Doğrulama Aşaması:** Doğrulamanın üretimden çıkan tüm sistem/alt sistemlere uygulanıp uygulanmayacağını belirtmektedir.
3. Kalifikasyon (Q) (Qualification) :

Gereksinimin karşılandığının; tasarımın geçerli kılınması amacıyla, tasarım süreci içerisinde, prototip veya üretim hattından çıkan ilk sistem / alt sistem / donanım konfigürasyon birimi kullanılarak ispatlanmasıdır.

1. Kabul (A) (Acceptance) :

Gereksinimin karşılandığının; üretim hattından çıkan tüm sistem / alt sistem / donanım konfigürasyon birimleri için kabule esas teşkil edecek şekilde ispatlanmasıdır.  Kabul aşamaları deniz projeleri için Fabrika Kabul Testleri (Factory Acceptance Test (FAT)) / Liman Kabul Testleri (Harbour Acceptance Test (HAT)) / Deniz veya Mevzi Kabul Testleri (Sea/Side Acceptance Test (SAT)), hava projeleri için Fabrika Kabul Testleri (FKT) / Yer Testleri (YT) / Uçuş Testleri (UT)‘ nden oluşabilecektir.

1. Uygulanabilir Değil (UD) :

Gereksinim olmayan (Başlık ya da Açıklama) ya da doğrulanmayacak maddeler için geçerlidir.

**Risk Tanımı:** Gereksinimler için risk analizi yaparken kullanılacaktır. Sadece yüksek riskli gereksinimlere için doldurulur ve riskin tanımı yapılır.

# EKLER

Doküman güncelleme kolaylığı açısından, ayrı olarak yayınlanan bilgileri içeren ekler kullanılabilir (örneğin grafikler, çizimler). Gizlilik dereceli bilgiler asıl dokümanın kullanımını kolaylaştırmak amacıyla dokümana ek olarak verilebilir. Ekte verilen dokümanlara ana dokümanın içinde referans verilir. Ekler, alfabetik olarak sınıflandırılır (A, B, C, vb.).