



# **Sera Otomasyon Sistemleri**

**Doç. Dr. Mehmet Metin ÖZGÜVEN**

**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü**

**KBP214 Bahçe Mekanizasyonu**

## SENSÖRLER VE DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Otomatik kontrol sistemlerinin çalışmasındaki ilk aşama; kontrole taban oluşturacak temel verilerin elde edilebilmesidir. Otomasyon uygulamalarında genel olarak elektriksel büyüklükler, ya doğrudan ölçülerek, ya da fiziksel büyüklüklerden dönüştürücüler yardımıyla dönüştürülerek elde edilebilmektedir.

Sensörler ile dönüştürücüler, çoğu zaman iç içe bir yapı oluşturmakla beraber, ayrı ayrı yapılar içinde de bulunabilmektedir. Dönüştürücüler, işlevsel özelliklerine göre transmitter, sensör, detektör, cell, gaugar, toplayıcı ve prob olarak ifade edilebildiği gibi, bazı büyüklüklerin önüne “ölçer” ifadesi getirilerek, ivme ölçer, debi ölçer ve hız ölçer (takometre) gibi adlarla da bildirilebilmektedir.

Fiziksel ortam değişikliklerini (ısı, ışık, basınç, ses, vb.) algılayan cihazlara “sensör”, algıladığı bilgiyi elektrik enerjisine çeviren cihazlara dönüştürücü (transdüser) denir.

Sensörlerden alınan veriler elektrik sinyaline dönüştürüldükten sonra elektronik devreler tarafından yorumlanarak mekanik aletlere kumanda edilebilir veya elektronik bir devreyi çalıştırabiliriz. Aslında, sensör ve dönüştürücüleri kesin çizgilerle birbirinden ayırmak biraz zordur.

Şöyle ki; mikrofon sesi algılayan bir sensördür. Öte yandan, ses dalgalarını, içindeki bobin aracılığıyla elektrik akımına dönüştürdüğü için bir dönüştürücüdür. Bu yüzden bu iki kelimeyi eş anlamlı kabul edebiliriz.

Sensörler, sıcaklık, basınç, uzaklık, hız, ivme, sıvı akışı, ışık yoğunluğu, gerilim, akım, direnç, kuvvet ve tork gibi değerlerin ölçülmesini sağlayacak elektriksel davranış değişikliklerini gösteren elemanlardır. Yapısal özelliklerine de bağlı olarak; dönüştürücülerin verdikleri sinyaller, analog, dijital veya kodlanmış dijital sinyal karakterinde olabilmektedir.

Sensörler aktif ve pasif sensörler olarak sınıflandırılmaktadır. Pasif sensörler çalışırken dışardan enerjiye ihtiyaç duyan elemanlardır. Aktif sensörler ise çalışmak için dışardan bir enerjiye ihtiyaç duymayan elemanlardır.

## Çeşitli Sensör Uygulamaları



Şekildeki uygulamada üzerinde hareket algılayıcı bir sensöre sahip olan otomatik bir kapı görülmektedir.

**Doç. Dr. M. Metin ÖZGÜVEN, Bahçe Mekanizasyonu**

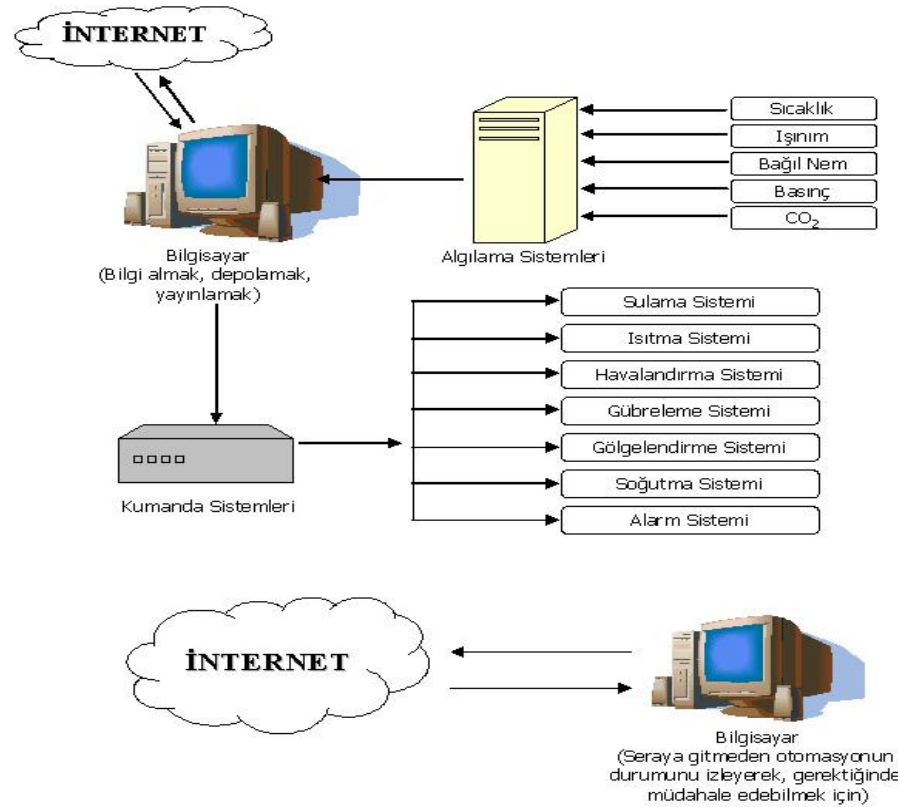


## **Metal dedektörü**

İçinden geçmiş olduğumuz metal detektör cihazı manyetik sensörler vasıtası ile silah bıçak gibi yoğun metalleri algılayarak alarm veren bir cihazdır.

**Doç. Dr. M. Metin ÖZGÜVEN, Bahçe Mekanizasyonu**

Otomasyon sistemi, iklimsel büyüklükleri, uygun algılama sistemleri ile algılayarak, sayısal veriye dönüştürür ve bilgisayara depolar. Kalibre edilmiş verileri aynı zamanda internet üzerinden erişime sunar. Bilgisayarın ve üzerine kayıtlı yazılımın diğer görevi ise, önceden belirtilmiş şartlar ile verileri karşılaştırarak gerekli kontrol sinyallerini oluşturmak ve ilgili sistemin otomatik olarak devreye girmesini ya da devreden çıkmasını sağlamaktır. Aşağıda böyle bir sistemin şematik resmi görülmektedir.



## SERA OTOMASYONUNDA KULLANILAN SENSÖRLER

Sensörlerin asıl görevleri sera içerisindeki durumu algılamak ve sera otomasyonu içinde belirtilen sistemde kullanılmak üzere ulaştırmaktır. Sensörler ile sera içerisindeki sıcaklık, nem, basınç, toprak nemi, yaprak nemi, nisbi nem, rüzgâr hızı ölçülebilmektedir. Sensörlerden alınan verilerin çoğu analog verilerdir. Bu verilerin anlaşılır hale getirilmesi gerekir ve bu işlem için dönüştürücüler kullanılmaktadır.

Sera otomasyon sistemi için; sıcaklık, ışık ve bağıl nem gibi çevresel faktörlerin algılanması yanında, toprak nemi, rüzgar hızı, sera dış sıcaklığı, sera iç sıcaklığı, toprak sıcaklığı, ışık şiddeti, toprak ıslaklığı ve yaprak ıslaklığının da ölçülmesi gerekmektedir. Bazı durumlarda CO<sub>2</sub> ölçümü içinde sensör kullanılmaktadır. Su kültürü yöntemiyle bitki yetiştirmek için sera otomasyonu düşünülüyor ise pH sensörü, suyun sertlik derecesi sensörü gibi sensörlerde kullanılmaktadır. Sera otomasyonu içerisinde, sera dış sıcaklığı, sera iç sıcaklığı, toprak sıcaklığı, ışık şiddeti, nem miktarı, rüzgar hızı, toprak ıslaklığı ve yaprak ıslaklığını belirlemek içinde sensörler kullanılabilir. Ölçülmek istenilen değerler için algılayıcı sayısını arttırmak mümkündür.

## Sıcaklık Sensörü

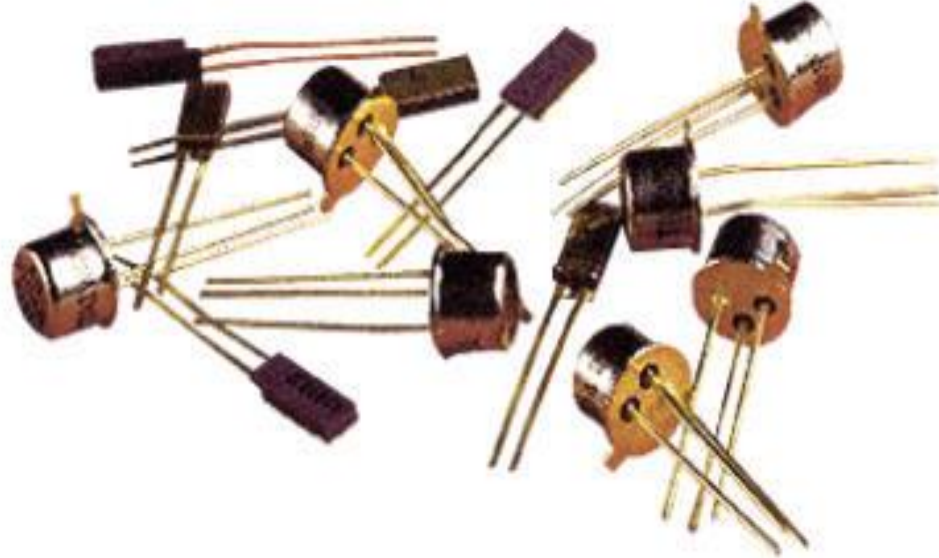
Sera içi iklim kontrolünde en önemli etkenlerden biri, sıcaklık olduğundan en sık ölçülen büyüklük olmuştur. Hemen hemen her kimyasal, biyolojik işlem ve reaksiyonlar sıcaklığa bağlı olduğundan, sıcaklık değerinin kritik olduğu durumlarda, uygun olmayan sıcaklıklardan sonuçlanan önemli hasarlar meydana gelmektedir.

Bu durumlar göz önüne alınarak, metal ve yarı iletkenlerin sıcaklık karşısında direnç değiştirmeleri prensibine dayanarak, termorezistif dönüştürücüler imal edilmiştir. Termistörler iki tiptir; birincisi negatif sıcaklık katsayılı NTC termistör, diğeri ise pozitif sıcaklık katsayılı PTC termistördür.

NTC'ler oldukça büyük bir negatif sıcaklık katsayılarına sahip dirençlerdir. Demir grubu oksitlerinden imal edilen NTC'lerin dirençleri metallerin aksine artan sıcaklıkla çok büyük bir azalma gösterirler. Direncin sıcaklığa böyle büyük ölçüde bağlı olması sayesinde, bu elemanlardan sıcaklığın elektriksel olarak ölçülmesinde yararlanılmaktadır.



PTC'ler, sıcaklığın artmasıyla büyüyen elektriksel bir dirençtirler. Direnç sıcaklık karakteristiğinin hızla yükselmesi, bu elemanın sıcaklık ölçme elemanı olarak kullanılmasına imkân sağlar. Böylece, bu elemanlar az bir zahmetle ölçme ve kontrol uygulamaları için kullanılmaktadırlar.

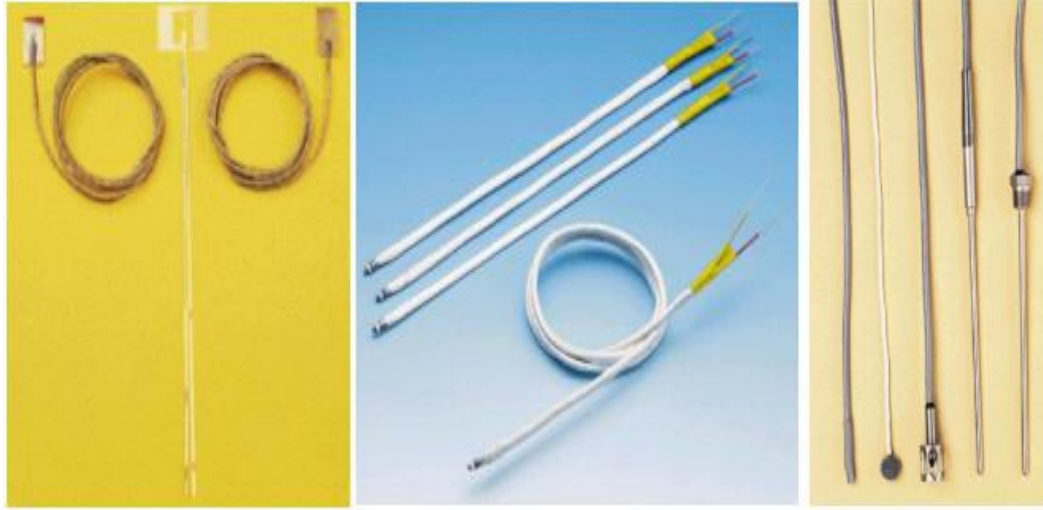


**Sıcaklık sensörleri**

## Termokupl

Birbirine bağlı uçları arasında sıcaklık değişiminin fonksiyonu olarak değişen voltajın meydana geldiği iki farklı metalin birleşmesidir. Tellerin yapılmış oldukları malzemelere ve birleşme noktasının bulunduğu ortamın sıcaklığına bağlı olarak teller arasında bir elektromotor kuvveti oluşur.

Sıcaklık ölçümlerinde termokuplların platin/nikel dirençli ölçüm cihazlarına göre hassasiyetleri daha azdır. Termokupllar, düşük maliyetleri, kullanım kolaylıkları ve orta derece güvenlikleri ile oldukça yaygındırlar.



Termokupllar

## **Dış Sıcaklık**

Sera dışarısındaki sıcaklığı ölçmek amacıyla kullanılan sensördür. Sera dışındaki ve içindeki sıcaklık farkının bulunmasında kullanılır. Sera kapaklarının açılması, soğutma veya ısıtma sisteminin devreye girmesi esnasında dış sıcaklık kontrol edilir. Sensör sera dışarısında, iç sıcaklık sensörü ile aynı hizada yerleştirilmelidir. Sensör rüzgardan ve yoğun güneşten korunacak şekilde bir kutu içerisinde bulunmalıdır.

## **İç Sıcaklık**

Sera içerisindeki sıcaklığın ölçülmesi için kullanılan sensördür. Bu sensör seranın orta noktasında olmalıdır. İç sıcaklığın daha doğru ölçülebilmesi için birden fazla sensör kullanılıp ortalama değeri alınabilir. İç sıcaklık bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklıktır. Bu sıcaklığın aşılması durumunda, havalandırma veya soğutma sistemi devreye girecektir. İç sıcaklığın düşmesi anında ısıtıcı sistem devreye girecektir. Sıcaklık için kullanılan sensörlerin hepsinin aynı özellikte ve modelde olması gerekmektedir.

## **Yastık Sıcaklığı**

Köklendirme seralarında, toprak sıcaklığının ölçülmesi işleminde kullanılan sensördür. Bu sensör, toprak içerisine daldırılan çubuk şeklindedir. Toprak ısısı çelik çubuk üzerinden sensöre ulaşır, dolaylı yoldan sıcaklık ölçülmüş olur. Sensör silikon madde ile izole edilerek, direkt olarak toprak içerisine daldırılır. Toprak sıcaklığı istenen sıcaklığın altına düştüğü zaman alttan ısıtma sistemi devreye girerek, kök sıcaklığının istenen düzeyde tutulmasını sağlar. Özellikle kış aylarında önem kazanacak bir sistemdir. Sistemin en etkin ve doğru bir şekilde çalışması sensörlerin çalışmasına bağlı olduğu için bu sensörün çalışmasına belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekmektedir.

## **Işık Sensörü**

Seralar için ışık gereksinimi bitkiye göre değişim gösterebildiği gibi, bir bitkinin ışığa olan gereksinimi de farklı zamanlarda yine farklı düzeylerde olabilmektedir. Bitkiler gelişme dönemlerinde bol ışığa, buna karşılık dinlenme dönemleri süresince daha az ışığa gereksinim duyarlar. Sera içerisindeki ışık miktarını ölçmek, uygun şekilde ayarlamak ve veri tabanı dosyası olarak kaydetmek seralarda yetiştirilen ürünlere ait olan araştırmalarda çok faydalı olacaktır.

Bu sebeple sera içerisindeki ışık şiddetini ölçmek için; sera içerisine elektrikselsel karakteristiği ışık ile değişen foto dirençler yerleştirilir. Yapılan küçük bir devre ile algılayıcı olarak bu dirençler kullanılarak sera içerisindeki ışık ve buna bağlı olarak dalga boyu gibi veriler algılanmaktadır



**Foto direnç (LDR)**

Sera içerisindeki ışık miktarının ölçülmesi işlemi için kullanılan sensördür. Bu sensör LDR direnç üzerinden ışık şiddetini ölçmektedir. Işık şiddetinin çok fazla olduğu durumlarda gölgelendirme sisteminin çalıştırılması amacıyla kullanılan sensördür. Işık şiddeti belirtilen parametrik değeri aştığı durumlarda dış sıcaklığa bağlı olarak gölgelendirme sistemi otomatik olarak sistem tarafından çalıştırılır. Işık şiddeti aynı zamanda fotosentezi doğrudan etkilediği için, yetersiz ışık durumlarında yapay ışıklandırma gerekebilir. Bu gibi durumlarda, sera sistemine yapay ışıklandırma sistemi eklenmesi gerekmektedir.

## Bağıl Nem Sensörleri

Köklendirme seralarında, sıcaklıktan sonraki en önemli faktörlerin birisi de ortamdaki nem miktarının belirli bir düzeyde tutulmasıdır. Ortamdaki nem ölçümü, nem sensörü aracılığıyla sağlanmaktadır. Bağıl nem oranı, bitki yaprakları ve ortam havası arasındaki buhar basıncı farkını etkilediğinden, terleme işlemi için önemli olmaktadır.

Sera içerisindeki bağıl nemi veya toprak nemini ölçmek için nem algılayıcıları kullanılır. Havadaki nemi ölçmek için basit bir kapasitif devre kullanılmaktadır. Bu devrenin çalışma mantığı, havadaki nem miktarı ile birlikte, devrenin kapasitif değerinin değişmesini sağlayan iki metal levha arasına havanın nemini tutacak bir madde yerleştirilmesidir. Bu değişim ADC devre ile sayısal değerlere dönüştürülüp, gerekli olan işlemler gerçekleştirilir. Toprak nemi için ise; toprak içerisine belirli aralıklarla daldırılan metal problemlerin kapasitif değişimi ölçmesi sağlanır.



**Bağıl Nem Sensörü**

## **Toprak Islaklığı**

Sulama işleminin püskürtme ile yapıldığı durumlarda sulama işleminin yapılması esnasında yaprak ıslaklığı otomasyon sistemi tarafından kontrol edilir. Yeni sulanmış bir bitki için yaprak ıslaklığı 1 olmaktadır. Belirtilen parametrik değerin altına düşmesi anında 0 olmaktadır. Yaprak ıslaklığını ölçmek için birbirine geçmiş levhalar kullanılır. Bu levha üzerinde su veya su buharı oluştuğu zaman, sensörden algılanan değer 1 olacaktır.

## **Yaprak Islaklığı**

Sulama işleminin püskürtme ile yapıldığı durumlarda sulama işleminin yapılması esnasında yaprak ıslaklığı otomasyon sistemi tarafından kontrol edilir. Yeni sulanmış bir bitki için yaprak ıslaklığı 1 olmaktadır. Belirtilen parametrik değerin altına düşmesi anında 0 olmaktadır. Yaprak ıslaklığını ölçmek için birbirine geçmiş levhalar kullanılır. Bu levha üzerinde su veya su buharı oluştuğu zaman, sensörden algılanan değer 1 olacaktır.

## Rüzgâr Hızı

Rüzgâr hızının ölçülmesi işlemi, optik bir sistem ile gerçekleştirilir. Ayrıca, rüzgarın hangi yönde estiğini sisteme bildirmektedir. Bu sistem ile rüzgâr sensörünün dakikadaki dönme sayısı sayılır ve rpm olarak hız hesaplanır. Rüzgâr hızının ölçülmesindeki amaç çok kuvvetli rüzgârlarda sera kapaklarının açılmasını önlemek ve hasar görmesinin önüne geçmektir. İkinci bir sebebi ise çok kuvvetli rüzgârlarda oluşan toz parçacıklarının, kapakların açılması ile sera içerisine girmesini önlemek olacaktır. Belirtilen parametrik değerlerin aşılması durumunda sera kapakları açılmamaktadır.



**Rüzgâr Yön Sensörü**



## CO<sub>2</sub> Ölçüm Cihazları

CO<sub>2</sub> (karbondioksit) ölçümü için; CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu sürekli olarak gösteren cihazlar nispeten pahalıdır. Bu sebeple çoklu bir örnekleme sistemi ve bir analiz edici cihaz kullanmak gelenek haline gelmiştir.



**Karbondioksit Ölçüm Cihazı**

## Radyasyon Ölçümleri

Radyasyon ölçümleri için; pyronometre ve solarimetre ( 300- 3000 nm dalga boyundaki toplam enerjiyi, watt / m<sup>2</sup> olarak ölçer), silikon fotosel ( 400- 700 nm arasındaki fotosentetik aktif radyasyonu foton sayısı olarak ölçer), net radyometre ( 400- 6000 nm dalga boyundaki radyasyon enerjisini ölçer ), lüksmetre ( 380-760 nm dalga boyundaki görünür ışığı lük olarak ölçer).



**Radyasyon Ölçümleri İçin Işık Sensörü**

## Kontrol Sistemleri

Bilgisayarın ve kendisine bağılı olan elektronik sistemin düşük gerilim ile çalışması ve sera sisteminin yüksek gerilim veya üç faza ihtiyaç duyması sebebiyle, bilgisayar sistemi ile sera sistemlerinin kontrol edilmesinde, yüksek gerilim ya da akımda çalışabilen kontrol elemanları gereklidir. Bu kontrol elemanları sera sistemi ile bilgisayar sistemi arasında geçiş elemanı olarak görülür ki; bunlara sürücü devre elemanları denir.

Kontrol sistemi, sera otomasyon sisteminin kas sistemini oluşturduğundan, gerçekleştirilen otomasyon sisteminin her serada çalışmasını sağlamak amacıyla; sürücü elemanların tamamını kontrol edebilecek şekilde rölelerden oluşan bir devre grubu tasarlanmıştır. Bu röle grubu, sürülmesi olası devre elemanlarının (motor, fan ve valfların) çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

## Röle

Röle, içerisinde bobin ve yumuşak demir göbekten oluşan elektromekanik bir parçadır ve düşük gerilim ile yük kontrolü yapıldığı durumlarda kullanılmaktadırlar. Bilgisayar ve elektronik sistem, standart olarak 5 volt ile 24 volt arasında doğru akım ile çalışmakta, ancak kontrolü yapılacak çoğu cihaz 220 volt alternatif akım ile çalıştığından, otomasyon sistemi içinde röle ve benzeri elemanların kullanılması gereklidir. Kullanılacak olan rölelerin seçiminde rölenin bobin akım ve gerilimi ile kontak akım ve gerilim değerleri göz önünde bulundurulmalıdır



**12–220 volt röle**

## Kontaktör

Rölelerin kontak akımınının, geriliminin ya da kontak adedinin yetersiz kaldığı durumlarda, kullanılan kontaktörlerin çalışma prensipleri röleler ile aynıdır. Kontaktörler özellikle 3 fazı aynı anda açıp-kapatma özelliğine sahip olmaları ve kontak akımlarınının yüksek olması sebebiyle tercih edilirler. Tek faz ile çalışan sistemler, çok fazla akım çekiyorsa, çektiği akım miktarına göre kontaktör seçimi yapılmalıdır



Üç fazlı kontaktör

## Valf

Sera sulama sisteminde ve ısıtma sisteminde sıvıların akışının kontrol edilmesinde kullanılan valfler, 220 volt alternatif akım ve 24 volt doğru ve alternatif akım ile çalışan modelleri olan elektromekanik parçalardır.



**220 v AA Su Valfi**

## **SERALARDA KULLANILAN OTOMASYON SİSTEMLERİ**

Bitkilerin ihtiyacı olan maddelerin bitkilere verilmesi ve gerekli olan iklim ortamının oluşturulabilmesi için; sera otomasyon sistemlerine ihtiyaç vardır.

Elektrik enerjisi ile çalışması veya elektrik enerjisi ile kontrol edilmesi gereken sistem; sıcaklık, bağıl nem, ışık gibi parametrik değerleri bitkinin ihtiyaç duyduğu şekilde ayarlar. Seralarda kullanılan otomasyon sistemleri, iklim kontrolü ve sulama-gübreleme otomasyonu olmak üzere iki kısımda incelenebilmektedir.

Bitki gelişimi için en uygun sera iklimi, dış ortam iklimindeki kısa süreli değişimlere karşı farklı duyarlılıkta birçok parametreden oluşmaktadır. Sera içi ve dış ortam iklim etmenleri birbirinden farklı ve genellikle birbiriyle ters şekilde karşılıklı etkileşimleri bilinse bile, sera ikliminin matematiksel olarak modellenmesi oldukça güçtür. Sera ikliminde en uygun klimatolojik etmenlerin bileşimi; bitki türü, sera tasarımı, kullanılan sistemler ve bölgesel iklim özellikleri gibi etmenlere bağlı olarak benzeşim modelleriyle belirlenmektedir.

**Doç. Dr. M. Metin ÖZGÜVEN, Bahçe Mekanizasyonu**

## Isıtma Sistemlerinin Kontrolü

Modern seralarda optimum sıcaklık değişimleri iyi planlanmış ısıtma sistemleri tarafından kontrol edilmektedir. Sera ısıtması için gerekli enerji, birim zamanda sera içine verilmesi gereken ısı miktarı ile belirlenmektedir.

Isıtma yapılırken sera hacmi, içinde yetiştirilecek bitkilerin istekleri, yetiştirme zamanları havalandırma oranları, sera dış yüzey alanı, örtü malzemesinin çeşidi, seranın bulunduğu yerdeki hava şartları, ısının sızmasına neden olabilecek açıklıklar göz önünde bulundurulmalıdır. Geceleri minimum 15 °C gündüzleri ise 22-26 °C olacak şekilde ısıtma yapılması ekonomik açıdan önerilmektedir.



## Sıcak Sulu Sistemler

Sıcak sulu sistemlerde amaç, bitki gövdesine yakın bölgeye yerleştirilmek suretiyle havanın ısıtılmasıdır. Seralarda kullanılan ısıtıcı yüzeyleri oluşturan borular toprak altına, sera tabanına, yetiştirme masalarının altına, yan duvarlar boyunca ve tabana yakın sera duvarları boyunca da taban ve tavana yakın yerleştirilmektedir.



Sera tabanından ısıtma

Sıcak su borulu kalorifer sistemiyle sıcaklık kontrolü, kazan ve brülör, ana dağıtım boruları, sirkülasyon pompaları, ısıtıcı sıcak su boruları ve motorlu üç yollu vanalar şeklinde gruplanabilen ana parçalardan oluşur.

Sistemde yer alan brülör, pompalar ve ayarlı vanalar kontrol bilgisayarından verilecek komut sinyalleriyle çalışıp duracak özellikte motor ve manyetik vanalara sahip tiplerden seçilirler.

Toprak sıcaklığı, toprak sıcaklık probu kullanılarak ölçülür ve sıcaklık istenen değere ulaştığı zaman ısıtma sistemi devre dışı bırakılır. Isıtma sistemi, sıcak su tankına en direkt olarak bağlanır. Sıcaklık yeterli düzeye ulaşmayacak olursa, devreye elektrikli ısıtıcı girerek, istenen sıcaklık seviyesine ulaşmaya kadar çalıştırılır. Tüm bu işlemler; otomasyon programındaki parametrik değerler çerçevesinde gerçekleştirilebilir. Isıtma sisteminin devreye girebilmesi için dış sıcaklığın, iç sıcaklığın ve toprak sıcaklığının belirtilen değer dışına çıkmış olması gerekmektedir.

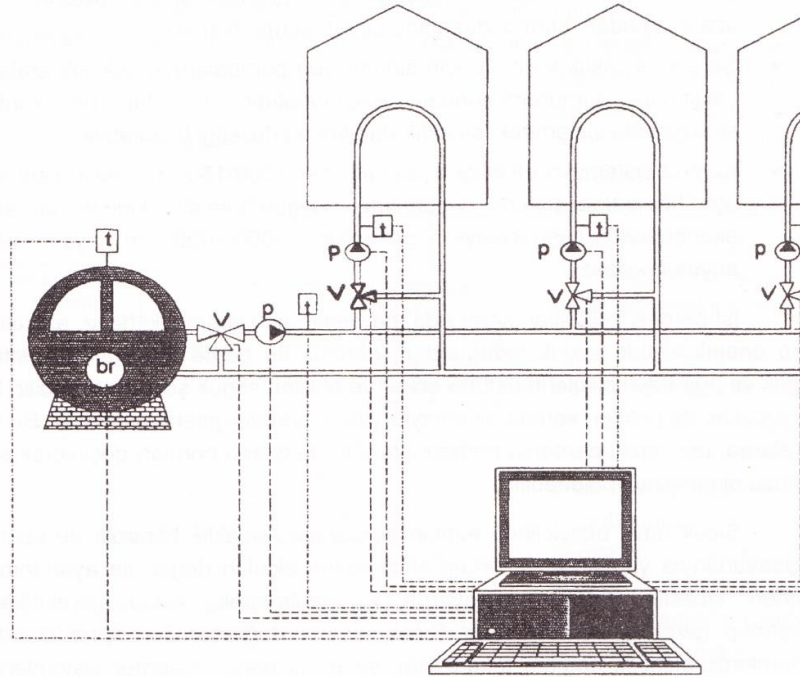
Kontrol bilgisayarı kazan suyunun sıcaklığını ölçen sensörlerden gelen sinyalleri kontrol eder. Ayarlanan sıcaklık ile ölçülen sıcaklık karşılaştırarak, brülörün çalışmasını ya da durmasını sağlar. Yakıt ön ısıtma (Fuel-oil için), yakıt püskürtme, ateşleme, alev kontrolü işlemleri, brülörün kendi kontrol devresi (beyin) tarafından, bilgisayardan bağımsız olarak yapılır.



Sıcak sulu ısıtmada kullanılan kazan

Ana dağıtım ve ısıtma borularındaki ayar vanalarından hemen sonra yerleştirilmiş su sıcaklığı ölçerlerden gelen ölçüm sinyalleri, bilgisayar tarafından değerlendirilip, sera içinde istenen sıcaklığın sağlanması için ısıtma borularında olması gereken su sıcaklığının değeri hesaplanır. Üç yollu ayar vanasının motoruna, kazan çıkış borusundan gelen sıcak su ile kazana dönüş borusundaki soğumuş suyu karıştırarak hesaplanan su sıcaklığı elde edilecek şekilde kumanda edilir. Üç yollu vananın motoruna enerji veren devreye kumanda edilip, birkaç saniye içinde vana belirlenen oranlarda açılıp ya da kapatılarak, hesaplanan ısıtma borusu su sıcaklığı sağlanmaya çalışılır. Kontrol bilgisayarı, üç yollu vanayı tam açılma (= tam kapanma) toplam süresinden yararlanarak kontrol eder. Örneğin kapalı konumdan tam açılması için 400 s gereken bir vananın motoru 60 s süreyle vananın açıldığı yönde çalıştırılırsa, vana açıklık oranı % 15 olacaktır (60/400).

Sera sıcaklığının ayarlanması için kontrol bilgisayarı, ilgili ölçüm değerlerinden yararlanarak, sirkülasyon pompalarına (Şekil ; P) kumanda edecek şekilde de programlanabilir. İç sıcaklık istenen değerden örneğin 0,5-1,0 °C yüksekse, pompalar durdurulur. Sıcaklık azaldığında yeniden çalıştırılır. Bazı sirkülasyon pompaları çift devirli yapılırlar. Sistemde bu tip pompa kullanılıyorsa, ısı gereksiniminin aciliyetine göre, kontrol bilgisayarı pompaları hızlı ya da yavaş devirle çalıştıracak şekilde programlanabilir.



**Sıcak su borulu merkezi kalorifer sistemiyle ısıtılan seralarda sera havası sıcaklığının bilgisayarlı kontrol sistemiyle düzenlenmesi.**  
**V, üç yollu karıştırma vanası; P, sirkülasyon pompası; br, yakıt brülörü; t, sıcaklık ölçer**

Sıcak su borulu sistemlerde, sera sıcaklığının otomatik kontrolünde başarı sağlanabilmesi için bilinmesi gereken bazı noktalar aşağıda belirtilen şekilde sıralanabilir:

Isıtma sisteminde yer alan ısıtıcı boruların miktarı fazla olursa, su sıcaklığı az tutulabilir. Ancak bu durumda konveksiyon akımlarının sera içindeki dolaşım hızı düşer ve bulutsuz gökyüzülü soğuk gecelerde, sera örtüsü iç yüzeyinde nem yoğuşması sorunu büyür.

Boru boyları kısa tutulursa, su sıcaklığının arttırılması gerekir. Bu durumda, borulara yakın bitkiler, borulardan ışınlama ile yayılan yüksek ısıdan zarar görebilir.

Boru çapları küçük tutulduğunda, içlerindeki su miktarı da azalacağından, kontrol düzenine cevap verme hızı artar.

Sera içi sıcaklık kontrolü için sirkülasyon pompalarının çok sık aralarla çalıştırılıp durdurulmasından kaçınılmalıdır. Bu tür bir kontrol stratejisinde sistemdeki sıcaklık dağılımı tekdüzeliği bozulabilir.

Kontrol sisteminin etkinliği açısından her 1000-1500 m<sup>2</sup> sera alanı için ayrı bir ısıtma sistemi düşünülmesi uygun olmakla birlikte, bu alan ekonomiklik düşüncesiyle genellikle 5000-6000 m<sup>2</sup> ye kadar büyütülmektedir.

Isı perdesi kullanılan seralarda, perdenin üst kısmındaki hava, alt kısma göre önemli ölçüde soğuk olduğundan, gündüz bu perde açıldığında, üstteki soğuk ve ağır hava bitkilerin üstüne çöker ve bitkileri soğuk şokuna sokabilir. Bu ani sıcaklık değişikliği, kontrol sistemiyle yeterli sürede giderilemeyebilir. Bu tür seralarda, tavandaki perdenin hemen altından da ısıtma boruları geçirilerek söz konusu olumsuzluk önlenabilir. Sıcak hava üfleyicilerle ısıtılan seralardaki sıcaklık kontrolü de kontrol bilgisayarlarıyla yapılabilir. İç ortam sıcaklığının ölçülen değeri ile ayarlanmak istenen sıcaklık değeri bilgisayarda karşılaştırılarak, ısıtıcı gerektiğinde çalıştırılıp, gerektiğinde durdurulur. Sıcak havanın doğrudan sera içine üflendiği sistemlerde sıcaklık dağılım tekdüzeliği, sıcak su borulu kalorifer sistemlerine göre daha kötüdür. Sıcaklık dağılımını iyileştirmek için hava kanallı sistemler ya da bir tek büyük ısıtıcı yerine, sera içine dağıtılmış çok sayıda küçük ısıtıcı tercih edilmelidir.

**Doç. Dr. M. Metin ÖZGÜVEN, Bahçe Mekanizasyonu**

## Havalandırma Sistemlerinin Kontrolü

Doğal yolla havalandırılan seralarda, genellikle yan duvarlarda ve çatı mahyasının iki tarafında havalandırma pencereleri bulunur.

Havalandırma işleminin otomatik kontrolü, söz konusu pencereleri açıp-kapayan düzenin elektrik motorlarına kumanda edilerek sağlanır. Rüzgar yönü, rüzgar hızı, iç sıcaklık ve dış ortam sıcaklıkları ile iç ve dış ortam bağıl nemlerine ilişkin ölçü değerlerini kontrol bilgisayarı değerlendirerek, havalandırma pencerelerini hareket ettiren mili döndüren motoru, hesaplanan açıklık oranı sağlanacak süreyle çalıştırır. Rüzgara karşı ve rüzgara ters yöndeki pencerelerin farklı oranlarda açılabilmesinin sağlanabilmesi için, bu grupların ayrı motorlardan hareket alması gerekir.



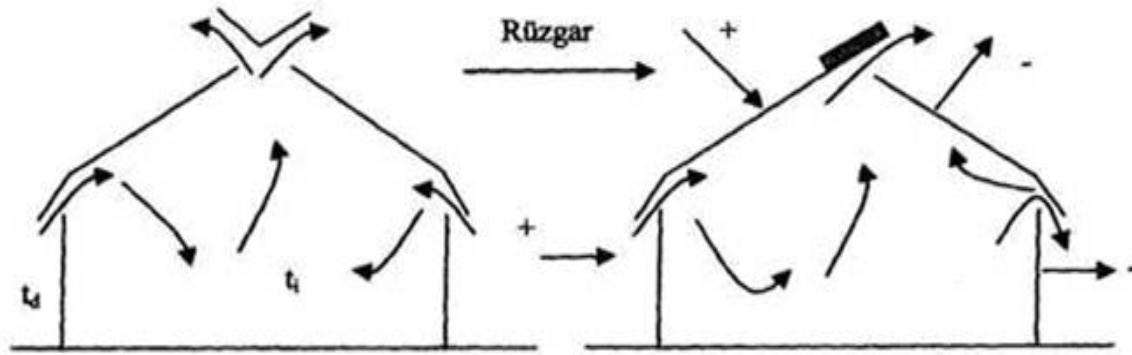
Havalandırma sistemi, her serada farklı şekillerde tasarlanabilir. Havalandırma yapılması düşünülen sera için, havalandırma kapakları mekanik bir sistem tarafından açılıp-kapatılabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Böylece kapakları açıp kapatacak mekanik sisteme elektrikle veya hava ile çalışan bir kontrol sistemi ile etki edilebilecektir. Tasarlanan kart üzerinde yer alan elektronik sistem tarafından kontrol edilebilen elektrik motoru veya hidrolik bir sistem mekanik sistemi kontrol edecektir. Havalandırma kapakları yüzdelerle açılıp-kapatılabilmektedir.



**Doğal havalandırma ile kapakların açılıp kapanması otomasyonu**

**Doç. Dr. M. Metin ÖZGÜVEN, Bahçe Mekanizasyonu**

Kapakların tam olarak açık veya kapalı olma durumlarını kontrol eden sınır anahtarları konularak, havalandırma sistemi açma ya da kapatma anında sistemin sınırların dışına çıkması veya mekanik zorlama yapması engellenecektir. Kapakların, rüzgâr hızının yüksek olduğu durumlarda, sistem tarafından otomatik olarak kapatılması gerekeceğinden, programda izin verilmiş olmasına rağmen, kapak kontrollerinin uzun süreli el ile kontrol şeklinde tutulması tavsiye edilmez.



**Rüzgarsız ve rüzgarlı havalarda pencere pozisyonları**

## Gölgeleme Perdelerinin Kontrolü

Gölgeleme sistemi, elektronik sistem tarafından kontrol edilen çok basit bir mekanik düzenek ve elektrik motorları ile sağlanmaktadır. Işık miktarı ve sıcaklık parametreleri kontrol edilerek, gölgeleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Perdelerin açılıp kapanmasının kontrol bilgisayarıyla yapılmasında, havalandırma pencerelerinin açılıp kapanmasında uygulanan sistemin benzeri kullanılabilir.



**Otomatik Gölgeleme Sistemi**

## **Serinletme Sistemlerinin Kontrolü**

Sera iç sıcaklığını kontrol etmek amacıyla gölgeleme, sisleme ve buharlaşmalı serinletme uygulamaları yapılabilmektedir. Sera iç sıcaklığı önceden belirlenen değerin üzerine çıktığında, gölgeleme perdeleri kapatma düzeninin yanı sıra, şişleme memelerine basınçlı suyu gönderen pompalar ya da buharlaşmalı serinletme düzeninin PAD ıslatma sistemi ile emme fanları çalıştırma düzenine kontrol bilgisayarından sinyal çıkışı gönderilerek, çalışmaları ya da durmaları sağlanmaktadır.

## **Bağıl Nem Kontrolü**

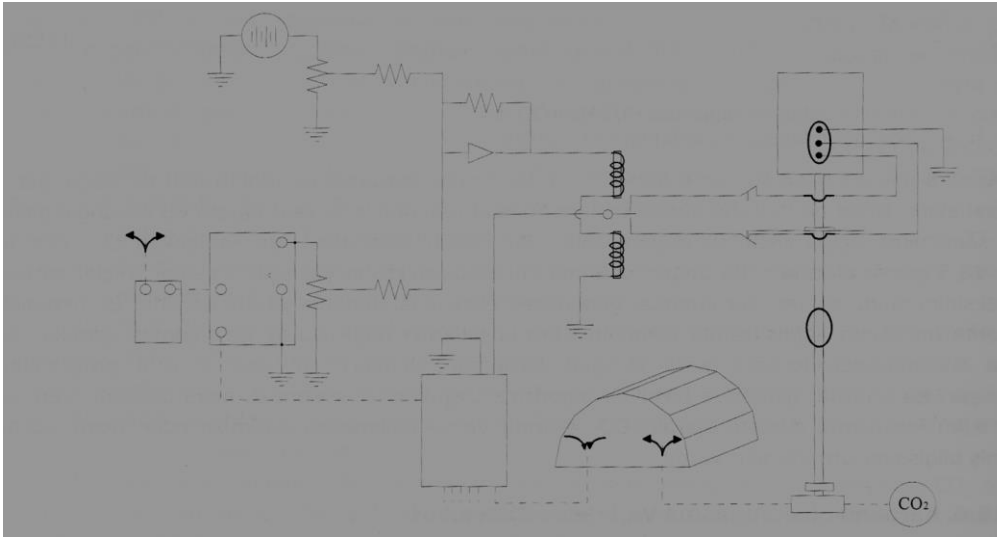
Sera havası bağıl neminin istenen düzeylerde kalması için en etkili yöntem havalandırmadır. Higrometrelerde üretilen ölçü sinyali kontrol bilgisayarına iletilir. Bilgisayar, daha önceden belleğine yüklenen, olması gereken bağıl nem değeri ile ölçülen bağıl nemi karşılaştırıp hesaplama yaparak, nem yüksekse havalandırma sistemini, düşükse şişleme vb. nemlendirme sistemi devrelerini, gönderdiği çıktı sinyalleri ile çalıştırmakta veya durdurmaktadır.

## CO<sub>2</sub> Sistemlerinin Kontrolü

Karbondiyoksit sistemleri en basit şekilde, bir vananın açılma/kapanmasıyla gazın gönderilme/kesilmesi işlemine göre kontrol edilebilir. Bu tip kontrol sistemleri; gerektiğinde CO<sub>2</sub> gönderilmesi, CO<sub>2</sub> düzeyinin aşırı yükselmesinin önlenmesi ve sistemin kapatılması amacıyla kullanılabilir. Kontrol sistemlerinde, uygun elektronik devreler kullanılarak CO<sub>2</sub> basıncı arttırılabilir. Oransal kontrol sistemlerinin çok pahalı olması nedeniyle, açma/kapatma ilkesine dayanan kontrol sistemleri yaygın olarak kullanılır. CO<sub>2</sub> izleme sistemleri, bir optik röle veya bazı elektriksel sistemler ile CO<sub>2</sub> kontrolü için kullanılabilir. Oransal kontrol sistemleri, CO<sub>2</sub> gazı ve yakıt miktarının ayarlanmasında kullanılır. Kontrol sistemi ve cihazlarının tepki süresi yeterince kısa olmalıdır.

Seralarda sabit düzey kontrol sistemi ile CO<sub>2</sub> miktarı, atmosferik düzeyden 2000 ppm değerine kadar olan aralıkta otomatik olarak kontrol edilebilir. CO<sub>2</sub> verilme süresinin belirlenmesi için zaman saati kullanılır. Sabit düzey kontrol sistemi şu ünitelerden meydana gelir. 1) istasyon seçici, 2) Kızılötesi gaz analizcisi, 3) Örneklem pompası, 4) Kaydedici/kontrolcü, 5) CO<sub>2</sub> gönderme vanası, 6) CO<sub>2</sub> kaynağı.

Bazı bitkilerin CO<sub>2</sub> gereksinimi, kısmen ortamdaki ışık şiddetine bağlı olarak belirlenir. Bir kontrol sisteminin; CO<sub>2</sub> miktarını ortamdaki ışık şiddetine bağlı olarak değiştirmesi en uygun yöntemdir. Bu yöntem dikkate alınarak ışığa bağlı kontrol sistemleri geliştirilmiştir.



**Işığa bağımlı CO<sub>2</sub> kontrol sistemleri**

## **Alarm Sistemi**

Sera sistemlerinin tam olarak çalışmaması durumunda, alarm sistemi devreye girmektedir. Alarm sistemi, sesli uyarı vermek, program üzerinden bilgi vermek veya belirtilecek farklı işlemleri de gerçekleştirebilmesi için tasarlanmıştır. Alarm sisteminin etkin bir Şekilde alışması, sera sistemlerinin tasarlanmasına ve sistemlerden bilgi alınmasına bağlıdır. Bu durum, otomasyon sisteminin verimliliğini arttırmaktadır. Sağlıklı bir bilgi akışı ile sera sistemi arızalarının bulunması ve giderilmesi daha kolay olur.

Alarm sistemi, sera içerisindeki güvenliğin sağlanması amacıyla da kullanır. Bu sistem sayesinde, belirtilen saatler dışında sera içerisine girilmesi durumunda, sistem otomatik olarak devreye girerek, sesli uyarı veya diğer uyarma yöntemleri etkin duruma getirilebilir.

## **Sulama Sistemi Kontrolü**

Sera içindeki bitkilerin su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulan sulama sistemi; bitkinin su ihtiyacı olup olmadığını, algılayıcılardan gelen bilgiler doğrultusunda tespit ederek; sulama işlemini otomatik olarak başlatır veya sona erdirir.

Otomatik kontrollü sulama sistemlerinde veri kazanım ünitesiyle topraktan, bitkiden veya çevreden elde edilen bilgiler mikroişlemcilerde işlenmekte ve yorumlanmaktadır. Mikroişlemciden çıkan sulama kararına göre de sulama işlemi gerçekleştirilir.

Sulamada yüksek kullanım etkinliği sağlayan algılayıcılar ve mikroişlemcilerle bütünleşik otomatik kontrollü sulama uygulamaları başlatılmasıyla, sulama yönünden bitki-su-toprak üçlüsü arasında kararlı bir denge oluşturulmuştur. Böylece, sulama kararlarının alınmasına kaynak sağlayacak çeşitli değişkenler, etkin biçimde ve kısa sürede algılanarak, sulamanın otomatik olarak yapılması sağlanır.



Sera sulama sistemi, sulama suyunun bitki köklerinden veya bitki üzerinden dolaştırılmak suretiyle oluşturulur. Buna göre; sulama sistemi, damlama sulama ya da yağmurlama sistemlerinin biri ya da bitki türüne göre her ikisinden de oluşabilir. Sulama suyunun otomatik olarak açılıp kapanabilmesi için elektrik ile çalışan valf kullanılır. Sulama valfinin açılması ile birlikte, basıncılı su sistemde belirtilen süre boyunca sulama işlemine gerçekleştirir.

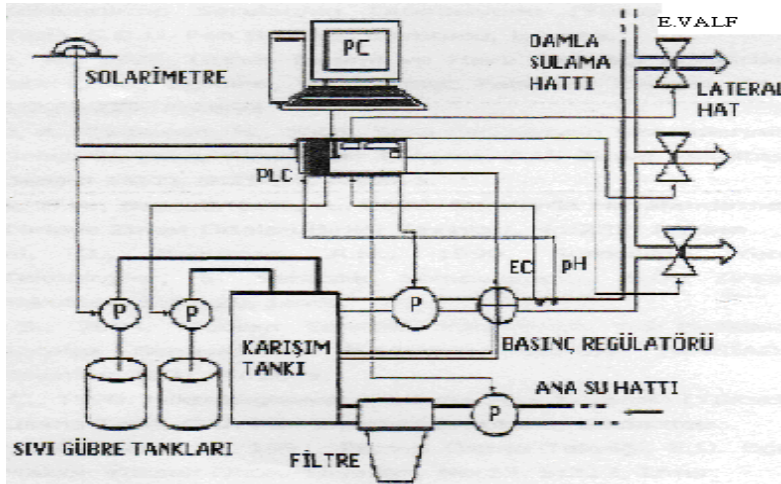


**Sera Sulama Otomasyonu**

**Doç. Dr. M. Metin ÖZGÜVEN, Bahçe Mekanizasyonu**

## Gübreleme Sistemi Kontrolü

Sera içerisinde gübreleme işlemlerinin otomatik olarak yapılması da mümkündür. Bu işlem için uygulanacak yöntemlerden birisi, bitkiye verilecek gübrenin ya da ilacın, eğer bitkinin köküne ya da toprağa verilmesi gerekiyor ise, homojen dağılımı sağlanarak damlacık sulama sistemiyle birlikte bitkiye verilmesidir. Diğer yol ise, eğer gübre ya da ilaç bitkinin yapraklarına verilecek ise; yine homojen dağılım sağlanarak fiskiyelemlerle sulama sistemi ile bitkiye verilebilir. Her iki durumda da sistem, sulama sistemiyle birlikte düşünülmeli ve homojenliğin sağlanabilmesi için gerekli hazırlama tankları sisteme eklenmelidir. Burada kullanılacak malzemeler sulama sisteminde tıkanmaya sebep olabilecek ise, bunun içinde az miktarda bazı açıcı malzemelerle sistemdeki tıkanmaların engellenmesi sağlanmalıdır.



## Otomatik Sulama-Gübreleme İşleyiş Şeması



Doç. Dr. Mehmet Metin ÖZGÜVEN

[mmozguven@ankara.edu.tr](mailto:mmozguven@ankara.edu.tr)

**KBP214 Bahçe Mekanizasyonu**