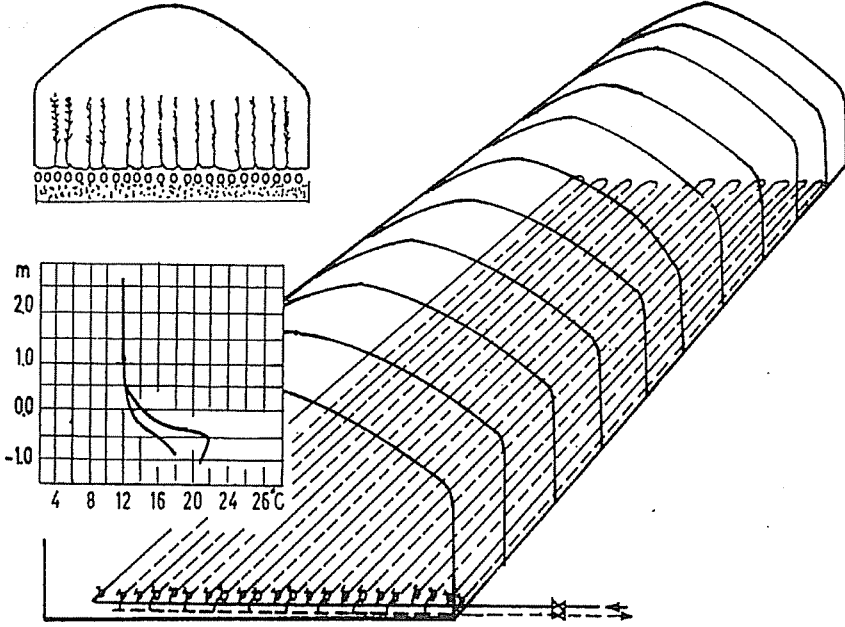
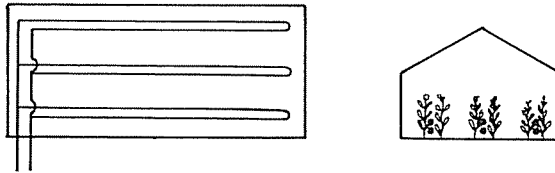


İlgili şema ve düşey doğrultudaki sera içi sıcaklık dağılımı Şekil 2.10'da görülmektedir.



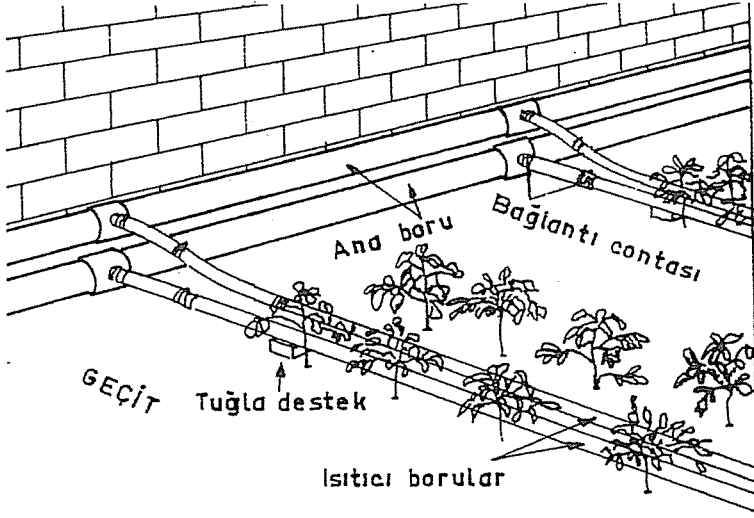
Şekil 2.10 Seraların toprak altına döşenen borularla ısıtılması (Martzopoulos., Popovski)

Isıtıcı boruların sera tabanına döşendiği sistemlerde borular, seranın uzunluğu veya eni doğrultusunda bitki sıra aralarına gelecek şekilde döşenirler (Şekil 2.11).



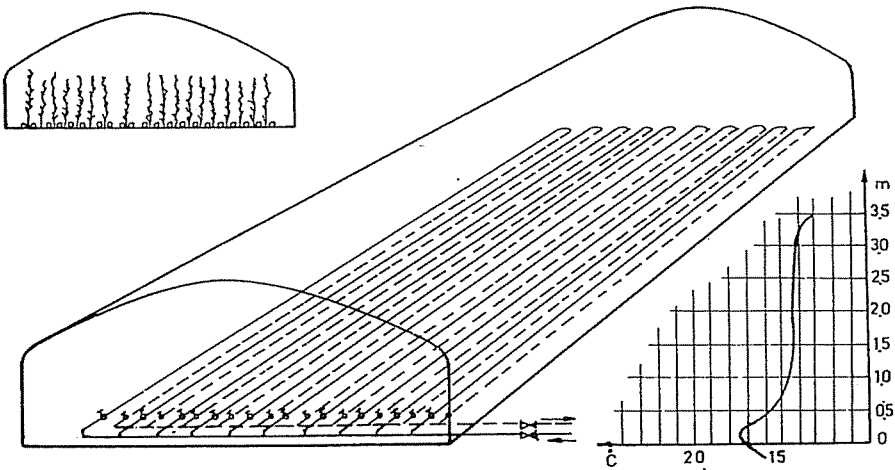
Şekil 2.11 Isıtma borularının sera tabanına bitki sıra aralarına yerleştirilmesi

Boruların tamamen toprağa serilmeyip, tuğla veya biriketlerle destek yapılarak toprağın 15-20 cm üzerinden geçirildiği uygulamalar da vardır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Isıtıcı boruların sera tabanında bitki sıraları arasına yerleştirilişi

Isıtıcı boruların toprak yüzeyine serildiği sistemlerde (Şekil 2.13), serayı ısıtacak sıcak su, genellikle 80 mm çaplı ana boruyla gelmekte ve bu borudan sıra aralarına denk gelecek şekilde çıkan, 25-50 mm çaplı çelik veya 20, 25 ve 32 mm çaplı düz veya ondüleli yüzeyli polietilen veya polipropilen borularla sera içinde dolaşmaktadır.



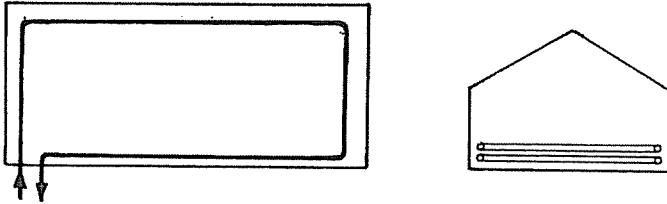
Şekil 2.13 Seranın, ısıtıcı borular sera tabanına serilerek ısıtılması (Martzopoulos., Popovski)

Boruların toprak yüzeyine serildiği yöntem Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerimizdeki seralarımızın ısıtılması için uygundur. Borularda dolaşan suyun sıcaklığı azaldıkça serayı ısıtmak için gerekli su kütlesi ve buna bağlı olarak boru yüzeyi gereksinimi artacağından, sistemde kullanılan suyun sıcaklığı 35 °C den daha az olmamalıdır. Bu sistemde bir derece sıcaklık artışı için gerekli ısı gücü 8,5 Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup> kadardır. Bu ısı gücünün % 55-59'u ışıma, geri kalanı da konveksiyon yoluyla sera içinde yayılır. Uygulamada bu tür sistemlerle sağlanan en yüksek ısıtma gücü 120 Wm<sup>-2</sup> kadardır. Bu sistemin en önemli sakıncası, sera içinde makine kullanımını kısıtlamasıdır.

Isıtma borularının sera tabanına serildiği sistemler, bitkiler küçükken, bitki örtüsünün kapladığı hacmi diğer sistemlere göre çok daha iyi ısıtırlar. Bu sistem aynı zamanda toprağı da bir miktar ısıtarak, toprak sıcaklığının bir ölçüde artmasını sağlamaktadır. Bu tip ısıtma sistemiyle çift sıralı dikim uygulanan seralarda daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

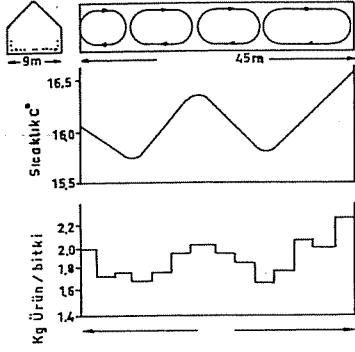
Şekil 2.13'de ısıtma borularının sera tabanına serildiği sistemlerde düşey doğrultudaki sera içi sıcaklık dağılımı da görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi, toprak yüzeyinden itibaren 0,25 m yüksekliğe kadar olan mesafede sıcaklık 17-18 °C değerindeyken, 0,5 m den sonra 14-15 °C değerlerine düşmekte ve 3,0 m yüksekliğe kadar bu değeri oldukça tekdüze olarak koruyabilmektedir. Bu nedenle, söz konusu sistemin, sera içinde askıya alınarak yetiştirilen domates, hıyar vb. bitkiler için oldukça uygun olduğu söylenebilir.

Isıtıcı boruların, sera duvarları boyunca tabana yakın olarak döşendiği ısıtma sistemleri (Şekil 2.14), sera içinde makine kullanmaya daha uygun bir ortam bırakmaktadır.

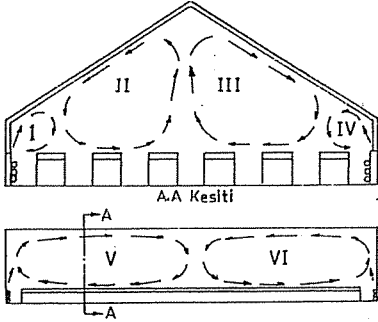


Şekil 2.14 Isıtıcı boruların sera duvarları boyunca tabana yakın döşenmesi

Isıtıcı yüzeyleri oluşturan boruların yan duvarlara yerleşmesi durumunda sera içinde farklı sıcaklıktaki unsurlar nedeniyle konveksiyon akımları oluşur (Şekil 2.15 ve 2.16).



Şekil 2.15 Isıtma borularının yan yüzeylere ve tabana döşendiği bir serada oluşan konveksiyon akımları (MAFF.27)



Şekil 2.16 Sera içinde oluşan konveksiyon akımları (Nelson)

yönden gelen aynı özelliklerdeki hava akımıyla karşılaşarak aşağı doğru alçalmaya başlar ve bitki örtüsü düzeyinde yeniden iki baştaki yan duvarlarda bulunan ısıtma borularına doğru yönelir.

Isıtılmayan seralarda da güneşlenme ve rüzgar esiş yönüne bağlı olarak sıcaklıkları farklı yüzeyler oluşması durumunda sera içinde benzer konveksiyon akımları doğar.

Sera içinde farklı sıcaklıkta yüzeyler oluşmasına bağlı olarak, ortaya çıkan konveksiyon akımlarının dolaşım yörüngeleri nedeniyle, sera iç hacminde sıcaklık dağılımı değişir. Yatay ve düşey kesitler boyunca yer yer soğuk bölümler kalabilir. Sera içindeki farklı sıcaklıkta bölgelerin oluşması, bu bölgelerdeki bitkilerin

Borular yan duvarlara ve yere yakın döşendiğinde ısıtıcı boruların etrafındaki hava ısınarak yükselir, çatıya ulaşınca, o kısımdaki soğuk örtü malzemesine değerek soğur ve aşağı doğru yönelir (Şekil 2.16). Bu bölgede, ısıtıcı borulara doğru yönelen (I ve IV) ile seranın uzunlamasına eksenine doğru yönelen (II ve III) iki konveksiyon akımı birbirine karışır (I ile II ; IV ile III). Bu akımlar bitki örtüsü düzeyinde hareketlerine devam ederler. I ve IV yeniden yan duvarlardaki ısıtıcı borulara doğru yönelirken, II ve III ise sera merkezine doğru yönelir. Sera uzun eksenine doğru yönelen hava akımı (II), seranın diğer yarısından gelen hava akımıyla (III) karşılaşarak yükselmeye başlar

Seranın uzunlamasına düşey kesiti boyunca oluşan konveksiyon akımları (V ve VI), seranın iki ucunda yükselip çatı altında sera merkezine doğru yönelir (Şekil 2.16). Bu hareket sırasında soğuyan hava akımı, karşı