FİDAN ÜRETİMİNDE TOPRAKSIZ KÜLTÜR ORTAMI ALTERNATİFLERİ

Yrd. Doç. Dr. Sezgin AYAN
E-mail:sezginay@gazi.edu.tr

Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü – 37200 KASTAMONU

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimin temel öğesi olan toprak, bitkilerin tutunma yeri ve ana besin kaynağıdır. İçerisindeki su ve hava ile tohumların çimlenmesi ve köklerin gelişmesi için uygun bir ortam oluşturur; Ayrıca besin maddelerini ve suyu hafif bir güçle bağlayarak köklerin bunları kolayca almasına yardım eder. Bütün bu özellikler toprağı, binlerce yıldan beri bitkisel üretimde ideal ve doğal yetiştirme ortamı yapmıştır.

Bununa birlikte sera yetiştiriciliği gibi entansif yetiştiricilik uygulamalarında topraktan kaynaklanan önemli sorunlarla karşılaşılmaktadır. Uzun yıllar aynı ürünün yetiştirilmesi, toprağın yüksek verim nedeniyle fazla sömürülmesi, yoğun gübre kullanımı gibi nedenlerden kaynaklanan bu sorunların başında;

1. Toprak yorgunluğuna bağlı olarak verimliliğin azalması,
2. Toprakta bulunan hastalık ve zararlı yoğunluğunun artması,
3. Tuzlanma veya besin maddesi dengesinin bozulması gelmektedir.

Bu sorunların giderilmesi için toprağın yıkanması, dezenfeksiyonu gibi kısmi çözümler toprağın değiştirilmesi gibi köktenci yöntemler bulunmaktadır. Fakat tüm bunların hem etkileri sınırlıdır, hem de ekonomik yükleri çok fazladır.

Ayrıca, orman ağacı ve süs bitkisi fidan yetiştiriciliğinde aşağıda belirtilen hususlar yeni arayışlara sebep olmuştur. Bunlar;

- Çıplak köklü fidanların gerek ekim yastıklarında sökümü yapılırken, gerekse ağaçlandırma sahalarına taşınması ve dikim esnasında köklerin zarar görmesi, dolayısıyla tutma ve gelişme başarılarının düşük olması,
- Geleneksel tüplü fidan üretimi sisteminin otomasyona uygun olmaması ve pahalı oluşu,
- Çıplak köklü fidanların dikilebileceği sürenin kısa oluşu,
- Özellikle ekstrem koşullara sahip alanlar için üniform ve kaliteli fidan yetiştirme zorunluluğu,
- Son yıllarda topraktan gelebilecek değişik olumsuzluklara karşı geleneksel yetiştirme ortamı olan toprağın dışında materyal kullanma arayışı;

iç-dış mekan süs bitkileri ile ekstrem koşullarda performansı yüksek, arzulanan fidan karakterlerine sahip orman ağacı fidanı üretimi geniş ilgi uyandırmıştır.

Bu çalışmayla; **ormancılıkta organik ve inorganik kökenli bazı substratlerin serada topraksız yetiştiricilikte kullanılabilirliği irdelenirken, yeni yaklaşımların da ortaya konması hedeflenmiştir.**

2. TOPRAKSIZ KÜLTÜR YETİŞTİRİCİLİĞİ YÖNTEMİ

Topraktan kaynaklanan sorunların çözümü için alternatif yöntem olan topraksız ortamlarda bitki yetiştiriciliği konusunda ilk çalışmalar 19. yüz yılın ortalarına dayanmaktadır. Ancak bu konudaki ilk olumlu sonuçlar 1940'lı yıllarda alınmaya başlamış bitki yetiştiriciliğinde kullanılabileceği konusunda umutlar doğmuştur. Yöntemin seralarda kullanılmaya başlanması 1950'li yıllarda hızla yayılma eğilimi göstermiştir (1, 2).

Bugün seracılıkta çok önemli bir yeri olan Hollanda'da sera sebzeciliğinin tümü; İngiltere, Belçika, Almanya, Fransa gibi ülkelerde de % 30-90 arasındaki kısmı topraksız tarım biçiminde yapılmaktadır (3).

Orman ağacı ve süs bitkisi üretiminde de ***''topraksız kültür yetiştiriciliği''*** yöntemi son yıllarda özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde (Finlandiya, İsveç, Norveç) önemli aşama kaydetmiş, yeni teknolojilerin doğmasına sebep olmuştur. Türkiye'de ise 1990'lı yılların başlarına kadar kitle fidan üretimlerinde kullanımı oldukça düşük olan bu yöntem, yeni teknoloji transferleri ile kullanılmaya ve yaygınlaştırılmaya başlanmıştır.

Topraksız kültür yetiştiriciliğinde 50 yıldır çok sayıda yöntem denemesine rağmen, halen kullanılan topraksız yetiştiricilik yöntemlerinden iki biçimi önem kazandırmıştır:

1) Su Kültürü (Hidroponik)

a) **NFT (Besleyici Film Tekniği=Nutrient Film Technique):** Yetişme kabı olarak kullanılan olukların içinden bir besin eriyiğini ince bir tabaka halinde sirküle ettirmek ve kaplara yerleştirilen bitkilerin köklerini besin eriyiği ile temas ettirerek onların beslenmelerini sağlamaktır. Böylece kökler hem beslenebilmekte ve su alabilmekte, hem de yeterli havalanma olanağı bulmaktadır. Oluklardan geçen eriyik daha sonra tankta toplanıp, yeniden kullanılmaktadır.

Böylece su ve besin maddesi kayıpları da en aza indirgenir. Bu yöntem topraksız kültürün en gelişmiş tekniğidir ve tümüyle otomatik çalışan bir sisteme ve düzenlemeye gerek gösterir.

b) Aeroponik
c) Durgun Su Kültürü
d) Akan Su Kültürü

2) Katı Ortam Kültürü (Agregat Kültürü): Bu yöntemde ise bitkiler; torba, tekne, saksı, pot-trays, viyol ve benzer biçimlerde kaplara doldurulan organik veya inorganik yapılı substratlere ekilerek veya dikilerek yerleştirilir. Besin çözeltisi belli aralıklarla damlama sulama sistemi veya yağmurlama sulama ile bu ortamlara emdirilir ve bitkiler su/besin maddelerini substratlerden alırlar.

Ancak bu tekniklerin tümünde temel prensip, toprak kullanmadan, yetiştirilen bitkilerin kök sistemlerine yeterli oranda besin maddesi içeren çözeltileri ulaştırmaktır. Besin maddesi düzeyleri bitki türlerine göre ayrı ayrı hazırlanır ve gelişme devrelerindeki istekleri de göz önüne alınarak içerikleri değiştirilerek uygulanır.

Besin çözeltilerinin pH'sı ve elektriksel iletkenlikleri (EC) bitkilerin optimum isteklerine göre düzenlenir. Tüm bunları sağlamak için sağlamak için çözeltiler özel tanklarda hazırlanır, daha sonra sisteme bağlanarak kullanılır (4).

2.1.Yöntemin Avantajları

Topraksız yetiştirme yönteminin en önemli avantajı hiç kuşkusuz toprak hastalıklarına karşı etkili ve kesin bir çözüm getirmesidir. Bunun yanında ayrıca aşağıdaki yararları sağlar;

1. Kök bölgesine yeteri kadar nem ve hava sağlar. Topraktaki gibi bir sıkışma söz konusu değildir. Dolayısıyla toprak işleme ve çapalama sorununu ortadan kaldırır.
2. Toprakta bulunan ve toprakla taşınan yabancı ot tohumları bu yöntemde sorun olmaz. Rüzgarla taşınan ot tohumlarının ise kontrolü mümkündür ve kolaydır. Yabancı ot savaşına büyük ölçüde gerek kalmaz.
3. Bitkilerin besin maddesi gereksinimi sulama ile birlikte karşılanır. Böylece ayrıca gübrelemeye gerek kalmaz. Besin maddesi ve gübre kayıpları en aza iner.
4. Su ekonomisi sağlar.
5. Topraksız kültürde bütün bitkilere eşit miktarda ve dengeli su-besin verilir. Böylece daha homojen ve üniform ürün elde edilebilir.
6. Dengeli sulama ve beslemeyle verimde ve kalitede artış sağlanır.
7. Bitkilerin büyüme, gelişme ve verimlilikleri daha kolay düzenlenebilir ve yönlendirilebilir.
8. Sterilizasyonu daha kolaydır.
9. Bitkisel üretimi, bitki yetiştirmeye uygun olmayan, tuzlu, taşlı, çöl ve sığ alanlara da kaydırma şansı vardır.
10. Besin maddelerinin dozları ayarlanarak bitkilerin vejetatif veya generatif fazda tutulmaları sağlanabilir. Örneğin; erken yada geç çiçeklenme ve meyvelenme gibi.
11. Bitkiler için su stresi problemi yoktur.
12. Topraksız kültür yetiştiriciliği otomasyona uygundur. Sulama ve gübreleme otoma tize edilerek iş gücünden ekonomi sağlanır.
13. Topraksız kültür yetiştiriciliğinde, kök ortamının pH, tuzluluk, besin maddesi ve hava/su oranı daha sağlıklı bir şekilde ayarlanabilir (1, 4, 5).

2.2. Yöntemin Dezavantajları

Birçok avantajına rağmen, topraksız tarımın kullanımını sınırlayan bazı olumsuz yanları da bulunmaktadır. Bu olumsuzlukların en önemlileri şunlardır:

1. Sistemi çalıştırmak için gerekli malzemelerin satın alınması ve kurulması pahalıdır, mali yük getirir.
2. Zaman zaman bazı komplex bitki beslenme sorunları ile karşı karşıya kalınabilir. Yöntemin sağlıklı çalıştırılabilmesi için belirli bir minimum bilgi birikimine sahip kalifiye elemana gerek gösterir.
3. Düzenli ve kesintisiz elektrik sistemine gerek gösterir. Elektrik sisteminde kesintilerde (özellikle NFT sisteminde) çok önemli sorunlar çıkabilir.
4. Sonbahar ve ilkbahar devrelerinde sıcak mevsimlerde kök bölgesi sıcaklığı yükselebilir. Bunu engelleyecek önlemler almak gerekir.
5. Temiz bir çalışma gerektirir. Özen gösterilmezse bazı hastalıkların (*Fusarium, Verticillium* vb. kök hastalıkları) çıkması durumunda bunlar besin çözeltisi ile hızla yayılabilir (1, 2, 4, 5).

3. KATI ORTAM ALTERNATİFLERİ

3.1. Substrateler

3.1.1. İnorganik Substratler

Kum

Çeşitli kayaların iklim olayları sonucu parçalanması ile oluşan, bileşimi, meydana geldiği kayanın yapısına bağlı, su tutma kapasitesi çok zayıf substrattır.

Topraksız yetiştiricilikte en uygun kum tane iriliği 0,5-2 mm. arasında olmalıdır. Ortamda küçük taneli olanların çokluğu drenajı ve havalanmayı güçleştirir.

Kum, diğer materyallerle belli oranda karıştırılarak kullanılabilir. Örneğin talaş ile kum karışımından kum miktarının en az % 25 ve daha üzerinde olması önerilir. Kum bu karışımda suyun daha üniform dağılımını gerçekleştirir (6).

Çakıl

Topraksız kültürde en yaygın kullanılan ortamlardan biride çakıldır. Çakıl tanelerinin büyüklüğü genelde 2-20 mm. arasında değişir. Genelde taneleri küçük ve yuvarlak olanlar kullanımda tercih edilir. Düzensiz yapılı çakılların su tutma güçlerinin yuvarlak yapıdakilerden daha yüksek olmasına karşın, keskin kenarlı çakılların bitki gövdelerine zarar vermesinden korkulduğu için, kullanılmalarından kaçınılır. Çakıl, her yetiştirme periyodu sonunda yıkanarak yada sterilize edilerek tekrar kullanılabilir (6).

Perlit

Al, Na ve P silikatlarından oluşmuş volkanik bir cam köpüğüdür. Doğada çıkarılan ve perlit elde edilmesinde kullanılan volkanik kayaçlar.öncelikle öğütülür, sonra 900-1000 °C gibi yüksek sıcaklıklarda tutulur, bu sıcaklıklarda içerdiği suyun genişlemesi sonucu oluşan silis kürecikleri perliti oluşturur. Perliti oluşturan bu silis küreciklerinin rengi beyazdır, hafif, steril ve nötr karakterdedir (7)

Isı iletkenliği çok düşük olan perlitin tanecikleri elektriksel yük taşımadığından su ve besin elementleri bitki kökleri tarafından kolayca alınabilir. Ayrıca kimyasal ve biyolojik ayrışma göstermediğinden yapısı değişmez. Sıkışmadığından köklü çelik ve fideler perlitten kök kaybına uğramadan kolayca çıkarılabilir (8).

Ponza (Volkan Tüfü)

Volkanik bir kayaç türü olup, asidik ve bazik karakterli volkanik faaliyetler sonucu oluşmuştur. Volkanik bir cam yapısındadır. Ponza, volkan bacasındaki gazların basıncı etkisi ile patlayan volkanla birlikte fışkıran magmanın köpük halini almasıyla şekillenmiştir. Köpük atmosfer basıncıyla aniden soğumuş ve katılaşmasıyla porozite kazanmıştır. Bu sebeple çok değişken boyutlarda gözenekler yada kabarcıklar oluşmuştur.

Ponza, steril, kimyasal reaksiyon sevmeyen, pastorizasyonla yapısal değişikliğe uğramayan bir substrattir.

Doğal bir hidrokültür malzemesi olduğundan maliyeti, perlit ve kile kıyasla daha düşüktür. Ponza taşı ucuz olmakla birlikte, hafif olması, taşınmasındaki kolaylık ve diğer özellikleri açısından da bitkiler için iyi bir malzeme ve gelişme ortamıdır (7, 9).

Ponza taşı suyu tutan ve koruyan, bu özelliği ile de su kullanımında ekonomi sağlayan bir agregat olması kurak ve yarı kurak bölgeler için önemini bir kat daha arttırmaktadır (7).

Ponzanın tane iriliği genelde 1-5 mm arasında değişir. Fazlaca sülfat içerir, ancak yıkanarak sülfat bileşiklerinden arındırılabilir. Bünyesinde bulunan K, Ca, Mg gibi makro, Fe, Cu, Mn, Zn gibi mikro elementler bitkiye yarayışsız formdadır yada bitkiye yarayışlılık sınırları çok düşüktür (6).

Vermikulit

Steril olan ve su absorbe etme özelliği çok yüksek olan ancak hava kapasitesi kısmen düşük olan mika grubu flogopit türü bir maddedir. Kullanımdan sonra sterilize edilmesi güçtür (10).

Kaya yünü

Basalt ve kireç taşı karışımının 1600 °C ısıtılması ile oluşturulan sıkıştırılmış liftir. Özellikle Hollanda, Belçika gibi ülkelerde geniş şekilde kullanılmaktadır (10).

Kimyasal yapısı; %47 SiO_2, %14 Al_2O_3, %1 TiO_2, %8 Fe_2O_3, %16 CaO, %10 MgO, %1 MnO, %2 Na_2O, %1 K_2O'dan oluşur (6).

Yapıştırıcı ve izotropik lifli bünyesi, yüksek su tutma kapasitesi, gözenekli ve oksijen zenginliği ile iyi bir kök ortamı oluşturması, besin eriyiklerini yüksek emme gücü ve eşit dağıtması kaya yününün topraksız yetiştiricilikte üstün özellikleridir (6).

Cam yünü

Cam fabrikalarından çıkan ince cam parçalarının toplanıp, birleştirilmesi sonucu elde edilir.

Su tutma kapasitesi ve hava içeriğinin iyi olmasına karşın fiyatının yüksek oluşu topraksız yetiştiricilikte kullanılmasını engellemektedir (6).

Cüruf

Gözenekli olan cüruf kumdan hafiftir. Kalitesi kömürün kalitesine göre değişir. Yıkanabilen sülfat içerdiğinden dolayı kullanımdan önce yıkanması gerekmektedir. Yıkanan cüruf kullanılmadan önce elenir. Kula cürufunun (2-5 mm çaplı) su tutma kapasitesi % 48.57, porozitesi % 62.47, hacim ağırlığı 0.820 gr/cm^3, pH 6.6, EC 0.10 mmhos/cm'dir (6).

Plastik köpük (Styromul=Polystyrene)

Litresinin ağırlığı 20 gramdır. Hacminin %95'i kadar hava ile doludur. Bünyesinde tuttuğu suyun tamamını bitkiye verebilir. Köpük hafiftir ve yüksek su tutma gücüne sahiptir. Mineral besin içermez, pH değeri açısından nötr bir yapıya sahiptir (6).

Bunlara ek olarak plastikler ve polimerler, polyester, poliüretan, üre-formaldehit (Hygromul), fenolik bileşenler, hidrojeller ve genleştirilmiş kil sentetik ve değişikliğe uğramış yetiştirme ortamı substratleri olarak sıralanabilir (11).

3.1.2. Organik Substratler

Turba (=Torf)

Anaerobik şartların hakim olduğu alanlarda kısmen ayrışmış bitki ve hayvan artıklarının yüzeyde birikimi sonucu oluşmuş organik materyal katmanıdır (12).

Genel olarak turbalar % 60 ve daha yüksek organik madde oranına sahip, su tutma kapasitesi (% 60) yüksek ve % 30 civarında hava gözeneklerine sahip materyaldir. Çelik köklendirme ve fidan yetiştirme çalışmalarında temel dolgu materyali olarak kullanılır.

Turbalar, teorik olarak steril olan ve yarayışlı bitki besin maddesince oldukça fakir olan materyallerdir (13). Besin maddelerinin parçalanıp yarayışlı hale gelmesi çok uzun sürer. Parçalanmanın gerçekleştiği anda agregat özelliğini yitirir. Uzun süre kullanımlar turbanın sıkışmasına, kök gelişiminin olumsuz etkilenmesine sebep olur.

Su tutma kapasitesi kuru ağırlığın 15-20 (lifli turbalar), ve 4-8 (fazla ayrışmış turbalar) katıdır (14). Bitkisel artık oldukları için katyon değişim kapasitesi yüksektir (10).

Ağaç Kabuğu

Bütün ağaç türlerinin kabukları yararlıdır ve humus olarak kullanılabilir. Yapılan araştırmalar başta göknar olmak üzere çam, ladin, kayın, meşe, sekoya ve porsuk ağaçlarının rahatlıkla kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Kabuklar her şeyden önce biyolojik aktivitesi olmayan materyallerdir. Bu sebeple yavaş ayrışan maddelerdir. Ani kabuklar kimyasal olarak işlenmeye uygun değildirler. Çok az azot içeriğinden dolayı bakteri ve mantarların gelişmesi için yetersizdir. Genelde kabukların su tutma güçleri çok yüksektir. Göknar kabukları ağırlıklarının % 165'i kadar su tutabildiği, doyma noktasında bile % 31.5 hava içeriği tespit edilmiştir. Ağaç kabukları fermente edildikten sonra kullanıldıklarında herhangi bir hastalık yada zararlı taşıma riskleri ortadan kalkar (6, 15).

Talaş

Talaşın elde edildiği ağaç türü ve kullanılma süresi bitki yetiştiriciliğinde önemlidir. Sevgican (1999), Ceviz ve sedir talaşlarının bitkiler üzerinde fitotoksik etkisi olduğunu, diğer türlerin talaşlarının bugüne kadar olumsuz etkisinin saptanmadığını ifade etmektedir. Gül (1991) ise, Maas ve Adamson (1990) atfen *Pseudotsuga menziesii* ve *Tsuga heterophlla* talaşının topraksız ortam olarak kullanıldığını, *Thuja plicata* talaşının özellikle taze olduğunda toksik olabileceğine işaret etmektedir.

Ayrışmasını tamamlamış talaşın katyon değişim kapasitesi yüksekti. Fermente olmamış talaş, bitkiye zararlı bazı mantarlar taşıyabileceği endişesiyle sterilize edilmeden

kullanılmaması önerilmektedir. pH'sı 5.0-6.8 arasında değişir, ayrışmanın ilerlediği dönemlerde pH'da biraz yükselme görülür. İnce ve kaba talaş olarak her ikisi de kullanılabilir. İnce talaş nemi kaba talaştan daha iyi yaydığı için, kaba talaş ise drenaj üstünlüğü nedeniyle tercih edilir. Bu sebeple karışım halinde kullanılmasının dha iyi olacağı düşünülebilir (6).

Yetiştirme ve köklendirme ortamlarında saf veya katkı materyali olarak kullanılan diğer organik materyaller arasında; çeltik kabuğu, Hindistan cevizi lifleri, Buldan sazı, buğday sapı (saman), kepek, susam sapı, saz kamışı, mantar artığı/kırıntısı, fındık kabuğu kırıntısı, mısır sapı ve çay artığı kompostu, değişik ağaç türlerinin ibre ve yaprak çürüntüsü, yosun, ayçiçeği kabuğu/küspesi, diken küspesi, çitlenbik küspesi, kozalak talaşı, çiftlik gübresi, pamuk küspesi, sayılabilir (2, 16, 17).

3.2. Ortamlarda Bulunması Gereken Temel Özellikler

1. Ortamı teşkil eden materyallerin hacmi, kuru ve yaş iken değişmemelidir. Başka bir deyişle kuruduğunda aşırı bir şekilde büzülmemelidir. Aksi takdirde son derece hassas olan çelik kökçükleri ile narin süs bitkilerinin kökleri kolayca zarar görebilir.
2. Su tutma yeteneği iyi olup sık sık sulama gerektirmemelidir.
3. Havalanma koşulları iyi olmalıdır. Bol oksijenli ortamda kök gelişimi daha iyi olur.
4. Toplam %95 civarında gözenekliliğe (porozite) sahip olmalıdır.
5. Hava ve su kapasitesi dengesinin (ince ve kaba gözenekleri dengeli) uygun olması gerekir.
6. Ortamın asiditesi yetiştirilecek bitkiye uygun olmalıdır.
7. Yeterli miktarda bitki besin maddeleri içermeli, yorgun olmamalı yada dışarıdan beslenmeye dayalı bir üretim sistemi için de kullanılıyorsa gübreleme ile serilen bitki besin maddeleri kolayca bitki tarafından alınabilecek özellikte olmalıdır.
8. Nematodlara, mantarlara, böceklere, yabani otlara ve tohumlarına karşı steril olmalı/steril edilmiş olmalıdır.
9. Ortamın gaz değişim kapasitesi (KDK) iyi olmalıdır.
10. Tampon kapasitesi yüksek olmalıdır.
11. Organik madde miktarı yüksek olmalıdır.
12. Geçirgen olmalıdır.
13. Stabilitenin yüksek olması (biyolojik, fiziksel ve kimyasal parçalanmaya dayanıklı olması) gerekir.
14. Bol ve kolay temin edilmelidir (2, 5, 17, 18).

4. SONUÇ

Diğer üretim sektörlerinde olduğu gibi tarım ve ormancılıkta da son yıllarda hızlı gelişmeler görülmektedir. Plastiklerin kullanımının yaygınlaşması ile hızla gelişen seracılıkta bu durum daha da belirgin hale gelmiştir.

Topraksız yetiştirme, fertigation olarak adlandırılan sulama ile birlikte gübreleme tekniklerinin geliştirilmesi, ayrıca iklim düzenlemelerinde bilgisayar kullanımı bu üretim alanına bir endüstri kolunun görünümünü kazandırmıştır.

İleri teknoloji sayesinde hem verim, hem kalite yükseltilebilmekte hem de üretim takvimi kolay düzenlenebilmektedir.

Sebze tarımında geniş uygulama alanı bulan topraksız yetiştirme süs bitkileri, meyvecilik, bağcılık ve son olarak ta ormancılıkta kullanılmaya başlanmıştır.

Bir araştırmada topraklı yetiştirme yöntemi ile domateste dekardan 15 ton ürün alınırken, topraksız yetiştirme parsellerinde 5 ton'a çıkmıştır. Yine ormancılıkta Doğu Ladini fidanı üretiminde 5 yılda dikim boyutuna ulaşan fidanlar, toraksız yetiştiricilikte 2-3 yılda ulaşabilmektedir.

Ülkemizde gerek tarım gerekse ormancılıkta yöreye özgü topraksız yetiştirme ortamı alternatiflerinin türe ve üretim noktalarına göre belirlenmesi ürün ve kalitede olumlu gelişmeler doğuracağı açıktır.

6. KAYNAKLAR

1- Özgür, M., 1991. Kontrollü Koşullar Altında Perlit ve Volkanik Tüf Ortamlarında Hıyar (*Cocumis sativus* L.) Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.

2- Gül, A., 1991. Topraksız Kültür Yöntemiyle Yapılan Sera Domates Yetiştiriciliğine Uygun Agregat Seçimi Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.

3- Jensen, H. M., Collins, W. L., 1985. Hydroponic Vegetable Production, Horticultural Reviews, Vol. 7, AVIPublishing Co., Inc. Westport, 483-558, Connecticut.

4- Çelikel, G., 1994. Organik ve İnorganik Kökenli Bazı Ortamların Serada Topraksız Yetiştiricilikte Kullanılabilirliği İle Domates, Biber, Patlıcanda Bitki Gelişmesi Verim, Erkencilik ve Kalite Üzerine Etkileri, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.

5- Özeren, Ö., 1998. Topraksız Kültür Şekillerinden Su Kültürü İle Ortam Kültürünün Sera Domates Yetiştiriciliğinde Verime Etkileri, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.

6- Sevgican, A., 1999. Örtü Altı Sebzeciliği (Topraksız Tarım) Cilt.2, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No. 338, İzmir.

7- Coşgun, S., 1998. Adi Porsuk (*Taxux baccata* L.)'un Çelikle Üretilmesi Üzerine Araştırmalar, T. C. Orman Bakanlığı, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Rapor No. 1, Bolu.

8- Sevgican, A., 1996. Seracılıkta Yeni Yetiştirme Teknikleri (Topraksız Tarım), İzmir.

9- Karaman, M. R., Brohi, A., 1995. Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Pomza Taşının Farklı N Dozlarında Mısır Bitkisinin Su Tüketimi ve Gelişimine Etkisi, Turkısh Journal of agriculture and Forestry, Vol. 19, s. 355-360, Ankara.

10- Kaygısız, H., 1997. Sebzecilik Genel Teknikleri, Özel Uygulamalar, Hasad Yayıncılık, İstanbul.

11- Akgül, A., 1998. Bitki Yetiştiriciliğinde Kullanılacak Büyüme Ortamlarında Uygun Koşulların Düzenlenmesi (Çeviri), T. C. Orman Bakanlığı, Ege Bölgesi Orman Toprak Laboratuar Müdürlüğü, O. B. Yayın No. 043, İzmir Orm. Top. Lab. Yayın No. 4, İzmir.

12- Kaila, A., 1956. Phosphorus in virgin peat soils, Journal Science Agriculture, 28;142-167, Finlandiya.

13- Ayan, S. 1998. Turba Karakteristikleri ve Islah Çalışmaları, Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, DOA Dergisi, Sayı.4, 131-150, Tarsus.

14- Pokorny, F. A., Wetzstein, H. V., 1984. Internal Porosity, Water Ability and Root Penetration of Pine Bark Particles,Horticulture Science, 19, 447-9.

15- Karatepe, H., 1995. Turba Yerine Kabuk Yedek Maddesi (Çeviri), AGM, Kaplı Fidan Üretiminde En İyi Yetiştirme Ortamının Tespiti - Sulama Suyunun İyileştirilmesi ve Büyümenin Kontrolü ile İlgili Araştırma Denemeleri, Analiz Sonuçlarının Tartışılacağı ve Değerlendirileceği Toplantı Notları, 24-27 Ocak 1995, Denizli.

16- Gülpınar, H., 1999. Enso Tipi Fidan Üretiminde Yetiştirme Ortamı Seçenekleri, Türkiye'de Tüplü Fidan Üretimi ve Ağaç Islahı Tekniklerinin ve Çalışmalarının Geliştirilmesi Projesi Sempozyumu, 8-10 Kasım 1999, Marmaris.

17- Ayan, S. 1999. Tüplü Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanlarının Yetiştirme Ortamları Özelliklerinin Tespiti ve Üretim Tekniğinin Belirlenmesi, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), KTÜ Fen Bilimleri Orman Mühendisliği Anabilim Dalı,Trabzon.

18- Genç, M. 1995. Bitki Yetiştirme ve Plantasyon Tekniği Ders Notu, KTÜ Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ders Teksirleri No.47, Trabzon.