

Kesme Çiçek Sektöründe Teknolojik Yenilikler

Burak ASLANSOY^{1*}, Emine KIRBAY², Soner KAZAZ³, Tuğba KILIÇ⁴

¹Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-5429-1195

²Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri MYO, Afyonkarahisar; ORCID: 0000-0002-0343-0829

³Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara; ORCID: 0000-0002-6644-9690

⁴Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat; ORCID: 0000-0002-0528-7552

Gönderilme Tarihi: 5 Mart 2025

Kabul Tarihi: 11 Mart 2025

ÖZ

2023 yılı verilerine göre, dünya süs bitkileri ihracatının (25 milyar 760 milyon 632 bin dolar) %40.91 (10 milyar 538 milyon 521 bin dolar)'ini tek başına kesme çiçekler oluşturmuştur. Günümüzde küreselleşme ve teknolojik gelişmeler birçok sektörde olduğu gibi kesme çiçek sektöründe de önemli yeniliklere neden olmuştur. Kesme çiçek sektöründe uygun iklim koşulları ve ucuz işgücüne sahip ülkeler bu avantajları ile hem pazardaki konumlarını korumaya hem de yeni pazarlara yönelmeye çalışırken, gelişmiş ülkeler ise işgücü ve üretim maliyetlerini düşürmek, pazardaki mevcut konumlarını korumak ve rekabet güçlerini artırmak için üretimden pazarlamaya kadar olan bütün süreçlerde yüksek teknoloji ve yapay zekâ kullanımına yönelmişlerdir. Bu amaca yönelik olarak; ekim, dikim, söküme, hasat, taşıma, paketleme, ambalajlama, ek aydınlatma, karartma, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele vb. birçok alanda yüksek teknoloji kullanılması gerek ulusal gerekse uluslararası rekabet gücünü artırmada önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada, dünya kesme çiçek sektöründe Tarım 4.0 etkisinde kullanılan sera teknolojileri, akıllı tarım sistemleri, ekim-dikim-söküm-hasat-boylama ve paketlemede kullanılan robotlar, sulama, gübreleme, mobil çoğaltma ve yetiştirme masaları, hasat sonrası ve depolama teknikleri, LED teknolojisi ve lojistik sistemlerle ilgili teknolojik yenilikler hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kesme çiçek, teknoloji, endüstri 4.0, tarım 4.0, robotik teknolojiler, rolling-bench, LED teknolojileri, ultra-klima sera

Technological Innovations in the Cut Flower Industry

ABSTRACT

According to 2023 data, 40.91% (10 billion 538 million 521 thousand dollars) of world ornamental plant exports (25 billion 760 million 632 thousand dollars) are made up of cut flowers alone. Today, globalization and technological developments have led to significant innovations in the cut flower sector, as in many other sectors. While countries with suitable climate conditions and cheap labor in the cut flower sector are trying to maintain their positions in the market and turn to new markets with these advantages, developed countries have turned to the use of high technology in all processes from production to marketing in order to reduce labor and production costs, maintain their current positions in the market and increase their competitiveness. For this purpose; the use of high technology in many areas such as sowing, planting, uprooting, harvesting, transportation, packaging, packing, additional lighting, darkening, irrigation, fertilization, combating diseases and pests, etc. provides significant advantages in increasing both national and international competitiveness. In this study, information is given about greenhouse technologies used in the world cut flower sector under the influence of Agriculture 4.0, smart agricultural systems, robots used in sowing-planting-harvesting-grading and packaging, irrigation, fertilization, mobile propagation and cultivation tables, post-harvest and storage techniques, LED technology and technological innovations related to logistics systems.

Keywords: Cut flower, technology, industry 4.0, agriculture 4.0, robotic technologies, rolling-bench, LED Technologies, ultra-clima greenhouse

GİRİŞ

Süs bitkileri sektöründe en önemli ürün gruplarından biri olan kesme çiçeklerde, sektörel ticarete günümüzde Avrupa ülkeleri, üretim alanlarında ise Asya-Pasifik ülkeleri öne çıkmaktadır. 2023 yılı verilerine göre, dünya süs bitkileri

ihracatının (25 milyar 760 milyon 632 bin \$) %40.91'ini (10 milyar 538 milyon 521 bin \$) kesme çiçekler oluşturmuştur [1].

Dünyada kesme çiçek üretim alanları başlangıçta ABD, Japonya, Hollanda, İtalya, Fransa, Almanya ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde yaygınlık kazanmış ancak bu ülkelerdeki enerji ve işgücü maliyetlerinin

*Sorumlu yazar / Corresponding author: burakaslansoy@gmail.com

yüksek olması üretim alanlarının 1960'lı yıllardan itibaren uygun iklim koşulları ve ucuz işgücüne sahip ülkelere [İsrail (Orta Doğu), Kolombiya, Ekvator (Orta Amerika), Kenya, Etiyopya (Afrika), Çin, Tayland (Asya)] kaymasına neden olmuştur. Gelişmiş ülkeler kesme çiçek sektöründe uygun iklim koşulları ve ucuz işgücüne sahip ülkelere karşı rekabet güçlerini artırmak amacıyla üretimden pazarlamaya kadar bütün aşamalarda günümüzde yüksek teknoloji kullanımı ve dijitalleşme ile birim alandan maksimum düzeyde verim ve kaliteli ürün alma yoluna gitmişlerdir.

Bu çalışmada, dünya kesme çiçek sektöründe Tarım 4.0 etkisinde kullanılan sera teknolojileri, akıllı tarım sistemleri, ekim-dikim-söküm-hasat-boylama ve paketlemede kullanılan robotlar, sulama ve gübrelemede otomasyon, atık suyun dezenfeksiyonu ve yeniden kullanılma yöntemleri, mobil çoğaltma ve yetiştirme masaları, hastalık ve zararlılarla entegre mücadele, LED teknolojisi ve lojistik sistemler hakkında bilgi verilmiştir.

SEKTÖRDE TEKNOLOJİ KULLANIMI

Süs bitkileri sektöründe emek yoğun üretim yapılması, işgücü maliyetlerinin az olmasının etkisiyle Asya/Pasifik kıtalarında üretimin artması, özellikle AB ülkeleri ve ABD için risk kaynağı oluşturmaktadır. Belirtilen nedenle süs bitkileri sektöründe üretimin Uzak Doğu'dan Batı'ya geri dönüşünün sağlanması için Amerika ve AB ülkeleri Endüstri 4.0 (E40) / Tarım 4.0 teknoloji entegrasyonunu hızlı şekilde gerçekleştirmekte ve işgücü maliyetlerini düşürerek rekabet gücünü yeniden arttırmaya çalışmaktadır.

Tarım ve teknoloji işbirliği ya da entegrasyonu ile kontrollü üretimi sağlamak ve verimi artırmak temel amaçlardan olsa da tarımsal alet ve makinaların dijital sensörler ile donatılması ile üreticilerin iş yükü ve maliyetinin azaltılmasının yanında; hangi alanlara ne kadar ve hangi içerikli gübreler uygulanacağı, hava koşullarını, bitkilerin ihtiyacı olan mineralleri ve sulamayı, toprağın durumunu, tahmini hasat zamanını detaylı ve gerçek zamanlı bir şekilde göstererek üreticilerin işlerinin kolaylaştırılması ve verimin geleneksel yöntemlere göre en üst düzeye çıkarılması amaçlanmıştır [2].

Kesme çiçek sektöründe son yıllarda yaşanan teknolojik yenilikler ve gelişmeler aşağıda başlıklar halinde özetlenmiştir.

Sera Teknolojisi

Kesme çiçek yetiştiriciliğinde otomasyona dayalı, yüksek teknolojinin kullanıldığı, üretimde standart ve ihracata yönelik kaliteli ürünün elde edilmesinde

seralardan daha çok yararlanılmaktadır. Seraların içerisindeki sıcaklık, nem, basınç, ışıklandırma, havalandırma, ısıtma gibi faktörlerin parametreleri otomasyona dayalı olarak bitki türlerine göre ayarlanmaktadır. Bu kapsamda sera koşullarının daima gözetim altında olması, analiz edilmesi ve uygulamaya konulması sağlanmaktadır.

ABD'nin Kaliforniya eyaletindeki sera yetiştiricilerinin otomasyon sistemleri sayesinde elektrik kullanımında %20, yakıt tüketiminde %30, su kullanımında %30-75, gübre kullanımında %30-50, ilaç kullanımında %20-40 düzeylerinde azalma gerçekleştiğini ve iş gücü verimliliğinin de %15'in üzerine çıktığını bildirmişlerdir [3].

Sera teknolojilerinde kullanılan sensörler kadar, elde edilen verilerin doğru ve zamanında uygulanması da çok önemlidir. Uygulamalar yetiştirme ortamına yerleştirilmesi, dağıtılması, uzaktan veri toplama ve kontrol edilmesi gibi teknolojiler ile birlikte kullanılmaktadır.

Seraların kullanım durumları sıcaklık şartları, ürünlerin yetiştirme süresi, teknoloji seviyesi (düşük, orta, yüksek) gibi farklı şekilde sınıflandırılabilir. Yüksek teknoloji seralarda elektrik maliyetlerinin azaltılmasına yönelik olarak seraların yan kısımları ile çatı sistemlerinde mobil uygulamalar ve dik çatı sistemleri (Şekil 1) geliştirilmiştir. Açık çatılı seraları, dış hava koşullarının uygun olduğu dönemlerde bitki büyümesi için doğal bir ortam sağlamaktadır. Kesme çiçek yetiştiriciliğinde de seralarda maksimum düzeyde hava akışı için açıklığı ayarlama olanakları, ışıktan faydalanma, çiçeklenme ve ürün zamanlaması kontrolüne olanak vermektedir.



Şekil 1. Dik çatılı (a) ve mobil çatılı (b) sera sistemleri [5, 6]

Katlanır (dik) çatılı seralarda, çatı sistemi açıldıktan sonra aradaki açı neredeyse %100'e yakın olmaktadır. Dik çatı sistemlerinin bazılarında ise %85'e yakın açılmanın olduğu kullanımlarda mevcuttur. Bu sistem ile güneş ışınları dışarı yansıtılarak ısı etkisinin azaltılması sağlanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken husus çatı açık iken kullanılan gölge perdesinin ısının dışarı çıkmasına izin verecek gözenekli yapıda olması gerektiğidir. Diğer açık çatı tarzı yapılarına göre %50 daha az

motor ve %50'ye kadar daha az pinyon kullanılmaya da olanak vermektedir [4].

Mobil çatılı seralar, kar yükünü ve 100 mil şiddetindeki rüzgâr yükünü taşıyacak niteliktedir. Düz çatı tasarımları az veya kar yağışı olmayan yerlerde kullanılmaktadır. Çatı kısmı, perdenin ön kenarını hareket ettirerek kademeli olarak açılmaktadır [4].

İleri teknolojik seraların en önemli sistem elemanlarından biri olan hareketli taşınabilir yetiştirme masaları (Rolling-bench) (Şekil 2), üretimde sera içi ve dışı lojistik uygulamalarının otomasyonunun sağlanması açısından çok büyük öneme sahiptir. Bu otomatik ve hareket edebilen üretim masaları, sabit olan masalara göre %30'a kadar alan kullanımında verimlilik, zemin üzerinde tamamen yürüyebilen sistem olması, her masa için ayrı ayrı işlem yapma olanağı, gelişmiş hava akışı, enerji maliyetlerinin düşürülmesi, işgücünden tasarruf, nem kaynaklı hastalık risklerinin azalması, dezenfeksiyon işleminin kolaylığı, sera içinde ve dışında üretimde yapılacak her uygulamanın kolaylıkla verimli ve esnek olarak yapılmasına olanak sağlamaktadır.



Şekil 2. Seralarda hareketli yetiştirme masalarından görünüm [7, 8, 9]



Şekil 3. Seralarda mobil platform uygulamaları [10, 11, 12, 13]

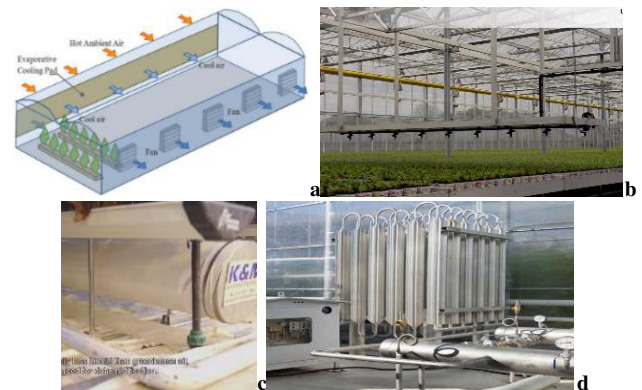
Teknolojik son sistemlerin uygulandığı seralarda otomasyon sistemlerinin tamamında proses uygulamaları otomatik yapılamamakta ve bu aşamalarda bazı yardımcı cihaz ya da malzemeler (Şekil 3) kullanılarak iş gücü düşürülmektedir. Bu uygulamalar otomasyon sistemiyle uyumlu olsa da olmasa da sera içi ve dışı işlerin hafifletilmesinde çok büyük avantajlar oluşturmaktadır.

Isıtma-Soğutma Sistemlerinde Teknolojik Yenilikler

Sera içi iklim kontrolünde sıcaklık en önemli etkenlerden biri olduğundan en sık ölçülen parametredir. Hemen hemen her kimyasal, biyolojik işlem ve reaksiyonlar sıcaklığa bağlı olduğundan, sıcaklık değerinin kritik olduğu durumlarda, uygun olmayan sıcaklıklardan sonuçlanan önemli hasarlar meydana gelmektedir [3]. Sera içerisinde ısıtma gereksinimi için raylı, gutter altı, fide sehpa altı, kar eritme, tavan ve yan ısıtma gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır.

Seralarda soğutma sistemi için tercih edilen yöntem buharlaşmalı soğutma uygulamasıdır. Evaporatif soğutma yöntemi, artan nem oranı ile beraber sıcaklıkta düşüşe neden olan su buharı parçacıklarına sahip olma işlemidir. Bu prensip ticari seralarda yüksek basınçlı sisleme ve Fan&Pad soğutma olmak üzere iki farklı sistemle yapılmaktadır.

“Fan&Pad Soğutma Yöntemi” sera içerisindeki ıslak pedler ve tam karşı kısmında yer alan fanların bir arada kullanılması ile çalışmaktadır (Şekil 4-a). Büyük fanlar seranın dışına hava üfleyerek, seranın içerisinde hava emme etkisi yaratmaktadır. Fanların neden olduğu emme hareketi ile sıcak dış ortam havası, ıslak pedlerden seraya çekilmeye zorlanmaktadır. Pedlerden gelen su sıcak havayla buharlaşarak sıcaklığı düşürürken nemini arttırmaktadır.



Şekil 4. Fan&Pad soğutma (a), yüksek basınçlı sisleme (b), temiz hava kanalı (c), CO₂ gübrelemesi (d) yöntemleri [11, 14, 15, 16]

Fan&Pad yönteminin avantajı; sistemin işletim kolaylığı, kontrol ve aynı zamanda yaprakların ıslanması gibi olumsuzluklar çıkarmamasıdır. Bu yöntemin dezavantajları ise; yüksek maliyet, sera içerisinde üniform bir serinletme oluşmaması ve sisleme yöntemi ile karşılaştırıldığında daha düşük bir serinletme etkisi yaratmasıdır [17].

Fan&Pad sistemine benzer şekilde “Yüksek Basıncılı Sisleme Yöntemi”, evaporatif soğutma prensibine göre çalışmaktadır. Yüksek basınç altında bulunan püskürtme memelerine su verilir, sis haline dönüşerek küçük su parçacıklarına bölünmektedir. Sera içerisindeki sıcaklık ve nem oranları izin verdiği durumlarda da su parçacıkları bitkilerin üzerine gelmeden önce havada emilerek nem artışı sağlanır ve sera havası soğutulur.

Sisleme yaparak serinletme sisteminde düşük (300-400 kPa basınç, 50-100 µm damla çapı) ve yüksek (3.5-7.0 MPa basınç, 2-60 µm damla çapı) basınçlı olmak üzere iki yöntem vardır (Şekil 4-b). Yüksek ve düşük basınçların karşılaştırıldığı çalışmada; ortalama buharlaşma etkinliği yüksek basınçlı sistemde, düşük basınçlı sisteme göre %64; soğutma etkinliğinin ise %28 daha fazla olduğu ve daha hızlı buharlaşma ile serinletme oranının arttığı bildirilmiştir [17]. Ayrıca sera içerisinde havalanmayı sağlamak amacıyla temiz hava veren gutter altına ya da üstüne yerleştirilen kanallarda kullanılmaktadır (Şekil 4-c).

Sera teknolojilerinde son yıllarda daha yüksek üretim, maksimum gıda güvenliği, minimum enerji ve su tüketimi, minimum CO₂ emisyonları ve daha yüksek verim gibi avantajlara sahip olan ultra-klima seralar kullanılmaktadır. Bu seralarda hem iç hem de dış havanın kombinasyonları kullanılarak havalandırma yapılabildiği gibi CO₂ seviyesi de önemli ölçüde daha yüksek seviyelerde tutulmaktadır. Bu durum optimum fotosentez için optimum yetişme iklim koşullarının sağlanarak bitkilerin büyüme ve gelişme performanslarının artarak verimin yükselmesine katkı sağlamaktadır. CO₂ seviyesinin ise yetersiz kaldığı durumlarda ek sistem elemanları (Şekil 4-d) kullanılarak seranın iç hava koşulları iyileştirilmektedir. Ultra-klima seralarda aşırı basınç ve perdeli hava giriş-çıkışı olan yarı kapalı sistemler sayesinde böceklerin etkili oranda uzaklaştırıldığı ve daha az hastalık oluşmasından kaynaklı olarak kalıntı sorunu olmadan maksimum gıda güvenliği oluşturulmaktadır. Enerji kullanımı açısından ısıtılmış dış hava ile nem alma, düşük dereceli ısı ile ısıtma, enerji perdelerinin daha uzun süre kullanımı gibi sistemlerle enerji verimliliği maksimum düzeye çıkarılmaktadır. Sulama suyunun (gübreli dahil) yeniden kullanımı, yoğunlaşma ve yağmur suyunun toplanması sayesinde minimum su

tüketimi sağlanmaktadır. Ultra-klima seralarda daha az girdiyle daha fazla ürün elde edilerek daha düşük maliyetlerin oluşması, bu sayede daha iyi kalitede ürün ve daha yüksek satış fiyatları ile sürdürülebilirlik ve maksimum verim elde edilmesi amaçlanmaktadır [18].

Ekim/Dikim Aşamalarında Teknolojik Yenilikler

•**Tohum ekim robotları:** Tohumla çoğaltılan ve yetiştirilen kesme çiçek türlerinde tohum ekimini otomatik olarak yapan robotik sistemler geliştirilmiştir. Bu sayede bir insanın günlük yapabileceği tohum ekim adetinin çok daha fazlası bu sistemler sayesinde gerçekleştirilmektedir.

•**Saksı doldurma robotları:** Kesme çiçek yetiştiriciliğinde ekim/dikim dönemlerinde saksıların kullanıldığı aşamalarda tam otomasyonlu saksı dizme, doldurma ve üstten can suyu sulaması gibi aşamaları içeren otomasyon sistemleri kullanılmaktadır (Şekil 5). Bunun en büyük avantajları arasında işgücü maliyetlerinin düşürülmesi gösterilebilir.



Şekil 5. Saksı doldurma robotlarından görünüm [19, 20]

Fide/Fidan ve Çelik Dikim Robotları

Tohum ekim işlemlerinde kullanılan işgücü maliyetlerini düşüren otomasyona dayalı robotik sistemlerin dikim işlemlerinde kullanılan uygulamaları da kullanılmaktadır (Şekil 6-a).



Şekil 6. Fide/fidan dikim (a), çelik dikim (b) ve çiçek soğanı dikim (c) robotları [21, 22, 23]

Bunun yanında hassas üretim materyali olan çelik dikimi için geliştirilen robotik kollarda geliştirilmiştir (Şekil 6-b). Dikim robotları bitkisel üretimde genel kullanımlı olmasının yanı sıra türlere göre özelleşmiş

olan (soğanlı bitkiler) sistemleri de içermektedir. Kesme çiçek endüstrisinde çok büyük önemi olan ve katma değeri her geçen gün artış gösteren soğanlı kesme çiçekler de dikim işlemlerinin yapılmasında özelleşmiş dikim robotları kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Şekil 6-c).

Sulama ve Gübreleme Sistemlerinde Teknolojik Yenilikler

Kesme çiçek yetiştiriciliğinde son yıllarda sulama ve gübreleme sistemlerinin otomasyonunda özellikle büyük ölçekli seralarda bitkilere üstten (yapraktan) su ve gübre verilmektedir. Bu sistem seranın üst konstrüksiyonuna yerleştirilen raylar aracılığıyla ileri-geri hareketlerle sağlanmaktadır. Raylar sayesinde bomlar 15 m genişlik ve 150 m'ye yakın uzunluk ile büyük alanların kısa sürede sulanması ve gübre uygulamalarının yapılmasına olanak vermektedir (Şekil 7). Bu ekipmanlar aracılığıyla da su ve besin maddelerinin istenilen düzeyde tutulmasına, israf edilmemesine ve optimize edilmiş koşulların uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Sistemde bitkiler üzerine spreyleme yöntemiyle hacimsel dağıtıcı veya yüksek basınçlı pompa yardımıyla yüksek hassasiyet ve güvenilirlik temeline dayalı uygulamalar yapılabilmektedir.



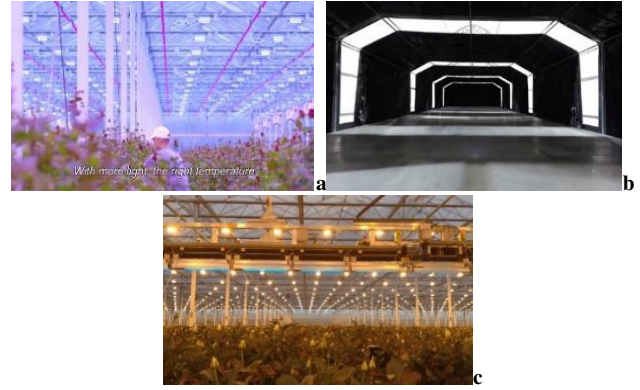
Şekil 7. Seralarda üstten sulama ve gübreleme otomasyonlarından görünüm [24, 25, 26]

Ek Aydınlatma (Işıklandırma) Sistemlerinde Teknolojik Yenilikler

Kesme çiçek üretiminde seralarda yetiştiricilik döneminde ürün programlama, sağlıklı, kaliteli ve homojen ürün elde edilmesi gibi amaçların yerine getirilmesinde LED, karartma ve LED destekli hastalıktan arındırma (LED-UV Clean Light) teknolojilerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Bitkisel üretimde yaygın olarak kullanılan ışık kaynakları; akkor telli lambalar, metal halojen lambalar, floresan lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı deşarj lambaları (HPS) ve son yıllarda ise LED lambalardır [30]. Kesme çiçek yetiştiriciliğinde günümüzde kullanımı giderek artan ışıklandırma ve

LED teknolojisi (Şekil 8-a) sayesinde; günü uzatma, geceyi bölme ve geceyi kesintili bölme gibi yöntemler ile ekstrem bölgelerde yetiştiricilik imkânı, bitki gelişimi, kaliteli üretim, çiçeklenme döneminin değiştirilmesi, yıl içinde çok sayıda ürün alınarak üretim miktarının artırılması ve çiçek sap uzunluklarında artış gibi özelliklerde önemli gelişmeler sağlanmıştır.



Şekil 8. Kesme çiçek seralarında LED (a), karartma (b) ve LED-UV Clean Light (c) uygulamalarından görünüm [27, 28, 29]

Başta kesme gül olmak üzere birçok kesme çiçek türünde akkor lambalarla karşılaştırıldığında LED teknolojisi ile ek aydınlatma yapılan seralarda çiçek sayısı, çiçek kalınlığı, çiçek sap uzunluğuna ve çiçek başına yaprak sayısında artış sağlanmaktadır. Karanfilde çiçek tomurcuğu gelişiminin teşvik edilmesinin yanı sıra yaprak sayısı, yaprak genişliği, çiçek boyutu ve çiçek sapı uzunluğu artırılabilir. Seralarda geçmiş yıllarda LED kullanımı yok veya yok denecek kadar az kullanılırken, son yıllarda hem enerji tasarrufu sağlanması hem de bitki gelişimine faydaları nedeniyle LED teknolojisinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Hastalık ve Zararlılarla Entegre Mücadele Yöntemlerinde Teknolojik Yenilikler

Dünya tarım sektöründe organik tarım ve doğa dostu üretim anlayışlarının arttığı günümüzde, biyolojik mücadele teknikleri, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik üretim modellerinin kullanımının yaygınlaştırılması giderek önem kazanmaktadır. Çevreye zarar vermeden ekosistem dengesini koruyan ve zararlılara karşı kimyasal pestisitler yerine, doğal düşmanlar olan predatörler, parazitoitler, patojenler, rakip organizmalar kullanılarak bitkilerin sağlıklı büyümesinde etkili olan en popüler yöntemlerden biyolojik mücadele yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda akıllı

tarım, çevreci tarım, pestisit kalıntısız üretim vb. konularda biyolojik mücadelenin yanı sıra geliştirilen ileri teknolojiler ve yapay zekâ desteklemeleri de kullanılarak çözüm odaklı entegre mücadele yöntemleri geliştirilmektedir.

Son yıllarda kesme çiçeklerin pazarlanmasında süpermarketler ve online satışların payı giderek artmıştır. Özellikle süpermarketlerde satışların artması beraberinde kalite, standardizasyon, ürün çeşitliliği, sertifikasyon ve üretimde sürdürülebilirliğin önemini artırmıştır. Yakın gelecekte organik süs bitkileri, yenilebilir çiçekler ve pestisit kalıntısız üretimin yaygınlaşması beklenmektedir [31].

Açıkta ve örtüaltı kesme çiçek yetiştiriciliğinde en fazla karşılaşılan sorunların başında hastalık (botrytis, külleme, mildiyö, kök ve kök boğazı hastalıkları vb.) ve zararlılar (kırmızı örümcek, thrips, yaprak biti, beyaz sinek, yeşil kurt vb.) gelmektedir. Günümüzde sera teknolojilerinde ve LED uygulamalarında meydana gelen yeniliklerle hastalıkları (*Botrytis cinerea*, külleme, fusarium gibi) önleyici Led-UV cihazları kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 8-c). Bu cihazlar seralarda kullanıldığı gibi açık alanlarda da kullanılabilir. Bu yenilikçi teknoloji tüm ürünler üzerindeki mantarlar, bakteriler ve virüsleri önleyebilecek özelliktedir. Bitkiler hastalıklardan arı olması nedeniyle stres koşullarının oluşmamasının yanı sıra kimyasal kullanılmadığından kalıntı problemi olmamakta, yetiştiriciliğin her aşamasında uygulanabilmekte ve istenilen zamanda hasat işlemleri yapılarak iş akış sürecinde aksamaların da önüne geçilmektedir.

Kesme çiçek yetiştiriciliğinde Led-UV Clean Light sistemi sürdürülebilir olup UV ışığının dozu, çiçeklere zarar vermeyecek düzeyde düşük ve hastalıkları öldürecek düzeyde de etkili bir yöntemdir. Bu ledler özel bom sistemleri üzerinde ileri geri hareket ederek; birkaç saniye bitkinin yaprak, dal, çiçek yüzeylerine maruz kalarak uygulanmaktadır. Bu ışınlar tek hücreli organizmalarda DNA bağlarını kırarak gelişmelerini engellemektedir. Özellikle Hollanda'da gül yetiştiriciliğinde küllemenin engellenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.

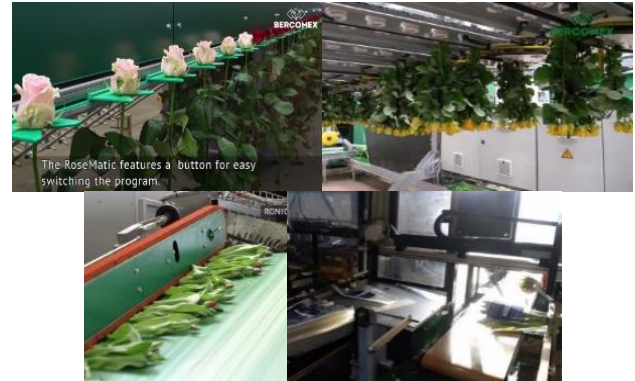
Günümüzde süpermarketlerde kesme çiçek satışlarının artış göstermesi çevre dostu ve sertifikalı üretim modellerini zorunlu hale getirmeye başlamıştır. Bu kapsamda da hastalık ve zararlılarla mücadelede pestisit kullanımının azalmasını sağlayacak entegre mücadele ve biyolojik mücadele (özellikle faydalı böcek kullanımı, biyolojik ürünler) yöntemlerinin kullanımı giderek artış göstermektedir. LED teknolojisinin bu kapsamda sağladığı avantajlar

ise üreticilerin her geçen gün daha çok ilgisini çekmektedir.

Hasat/Boylama/Paketleme Sistemlerinde Teknolojik Yenilikler

Dünyada son yıllarda süs bitkileri sektöründe işçilik giderleri üretim maliyetlerinde önemli bir pay oluşturmaktadır. Üreticiler işçilik maliyetlerini düşürebilmek için ileri teknolojik yöntemlerden faydalanmaya çalışmaktadır. Kesme çiçek sektöründe, hasat, boylama ve paketleme aşamaları için geliştirilen robotlar, modern makineler ve sistemler, iş gücünü minimuma indirerek zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Hasat sırasında yapay zekâ destekli kullanılan robotik sistemler ise çiçeklerin doğru zamanda ve en verimli şekilde hasadın (krizantem vb.) yapılmasında rol oynamaktadır. Boylama robotları (gül, ortanca, krizantem, lisianthus vb.), çiçeklerin eşit şekilde boylanması ve kalite standartlarının korunmasını sağlamaktadır. Demetleme robotları (krizantem, gül, ortanca) ise, otomatik sistemlerle hızlandırılarak, çiçeklerin zarar görmeden ve estetik açıdan en iyi şekilde paketlenmesine imkân vermektedir. Bu sistemler hem işçilik maliyetlerini azaltmakta hem de üretim sürecinde kaliteyi ve verimi artırarak sektörde rekabet avantajı oluşturmaktadır.

Örtü altı yetiştiriciliğinde gelişen yüksek teknolojik uygulamalar sayesinde renge, şekle, uzunluğa ve hastalık-zararlı durumuna göre algılama sensörleri ile çalışan robotlar geliştirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Hasat, boylama ve paketleme otomasyonlarından görünüm [32, 33, 34, 35]

Kesme çiçek sektöründe en çok ticareti yapılan türlerden kesme gülde, yüksek teknolojik uygulama örneklerinden hasat robotları kullanılmaktadır. Ticarete henüz kullanılmamış olsa da gül goncalarının olgunlukları ve dalların durumuna göre video görüntülerinde analiz edilerek, pazarlamaya uygun olmayan ürünlerin elenmesine yönelik teknolojik araştırmalar da hız kazanmıştır. Sistemin devamında ise askıya alınan kaliteli gül goncaları

büyükliklerine göre boylanarak, paketleme sisteminde demet sıralama makinasına gönderilmekte ve robotik kollar ile paketleme işlemi tamamlanmaktadır. Ayrıca kesme çiçeklerde gerbera, lale, ortanca, orkide vb. türlerde de bu sistem kullanılmakta olup, ilerleyen yıllarda daha çok türde kullanılması düşünülmektedir.

Taşıma Sistemlerinde Yenilikler

Kesme çiçeklerin nakliyesinde kalitenin bozulmaması, sulu taşınan çiçeklere su dökülmemesi ve ambalajların zarar görmemesi gerekmektedir. Uzun süreli kuru taşınan kesme çiçeklerde de kalite kaybı yaşanmaktadır. Ayrıca ortanca gibi büyük ve ağır çiçekli türlerin taşınmasında da sorunlar yaşanmaktadır. Kesme çiçek üretiminde hasat sonrası taşıma sistemlerinde “procona” kullanıldığı gibi, son dönemlerde popüler olan ve kullanımı artış gösteren suyu tutma özelliğindeki (kaya yünü gibi) malzemeyle tek demet halinde taşınmayı sağlayan “Kuru Kartonda Hidratlı Taşıma” da yaygınlaşmaktadır (Şekil 10).

Procona sisteminin en büyük avantajı lojistikte katlı taşımaya olanak sağlamasıdır. Ayrıca ürünlerin kalitesinin korunması, düşük iş gücü, çevreye duyarlı malzeme kullanımı ve pazarlama kolaylığı da önemli avantajlardır. Proconalar çiçek saplarının su içinde olacağı kap, çiçeklerin korunacağı karton koruma malzemesi, üst kapağı ve tüm sistem bileşenlerini bir arada tutmayı sağlayan çember olmak üzere 4 bileşenden oluşmaktadır.

Kuru kartonda hidratlı taşıma sistemleri kesme çiçeklerde su sızıntısının engellenerek dikey, yatay ve baş aşağı olmak üzere üç farklı şekilde korunarak taşınmasına olanak vermektedir. Özellikle büyük ve ağır başlı çiçeklerin (ortanca gibi) taşınmasında çokça tercih edilmektedir. Bu sistemler plastik kap, üzerinde plastik kapak, çiçek saplarının geçeceği delik kısım, kapağın üzerinde kavrama parmakları, çiçek saplarını yerinde tutan ve dökülmeyi önleyen jant, kabın içerisinde suyu emen ve tutan ortam olmak üzere 6 bileşenden oluşmaktadır.

Kesme çiçeklerin ürün olarak dayanıksız tüketim mali olması nedeniyle hasat sonrası lojistik sistemlerin önemi her geçen gün önem kazanmaktadır.

Dünyada enerji (petrol) fiyatlarının yükselmesi başta hava yolu taşımacılığı (Şekil 11-a) olmak üzere kara ve deniz yolu taşımacılığında (Şekil 11-b, 11-c) taşıma maliyetlerini önemli derecede artırmıştır. Bu durum, günümüzde daha uzun raf ömrüne sahip olan bazı kesme çiçek türleri (kasımpatı, gül vd.), kesme yeşillikler (ruskus, asparagus, aspidistra vd.), çiçek soğanları (lale, liliyum, kala, freesia vd.), bazı iç mekân süs bitkileri ve iç mekân süs bitkileri üretim

materyalleri (yukka çeliği vd.) ile genç bitkilerin kıtalar arası taşınmasında daha ucuz olan deniz taşımacılığı ve konteyner sisteminin kullanılmasını yaygınlaştırmıştır [31].



Şekil 10. Procona (a, b) ve kuru kartonda hidratlı taşıma (c, d) sistemi [36, 37]



Şekil 11. Kesme çiçeklerde hava yolu (a) taşımacılığı ile konteyner sistemli deniz yolu (b, c) taşımacılığı [38, 39, 40]

Günümüzde Kolombiya, Ekvator, İsrail, Kosta Rika, Kenya ve Güney Afrika'dan Hollanda'ya, Kolombiya'dan İngiltere'ye, Vietnam'dan Japonya'ya, İsrail'den Avrupa'ya, Çin'den Japonya'ya deniz taşımacılığı yoluyla süs bitkileri taşınmaktadır. Kolombiya'nın 2013 yılındaki toplam kesme çiçek ihracatının %15'i deniz yoluyla taşınmıştır [41]. Çiçeklerin konteyner sistemi ile taşınmasında %30-40'lara ulaşan ürün kayıpları önlenmektedir [42].

SONUÇ

E40 devriminin süs bitkileri sektörü içerisinde alt ürün gruplarından kesme çiçeklerde kullanımının giderek arttığı hatta E50 devrimine geçişin de başladığı görülmektedir. Kesme çiçek yetiştiriciliğinde yapay zekâ destekli sensörler ile gelişmiş donanımsal sera teknolojileri elektrik, yakıt, işgücü maliyetlerini ve su, gübre, ilaç kullanımını önemli düzeyde düşürmektedir. Sera içerisinde taşınabilir yetiştirme masaları (Rolling-bench) kullanımı ile birim alandan maksimum düzeyde faydalanma, enerji ve işgücü tasarrufu, nem kaynaklı hastalık risklerinde azalma, verimlilik artışı

avantajları sağlamaktadır. Ultra-klima seralarda ise daha yüksek üretim ve verim, minimum enerji-su tüketiminin yanı sıra minimum CO₂ emisyonu ve maksimum gıda güvenliği ile günümüzde kullanımı giderek artmaktadır. Yetiştiricilikte yüksek işgücü gerektiren ekim, dikim, hasat, boylama, paketlenme vb. aşamalarda robot teknolojilerinin kullanımı ile maliyetler önemli düzeyde düşürülmektedir. LED teknolojisinin yaygınlaşması sayesinde yetiştiricilikte günü uzatma, geceyi bölme ve geceyi kesintili bölme olanakları sağlanmaktadır. Ayrıca LED-UV Clean Light teknolojisi bitkilerin hastalık ve zararlılardan arındırılmasında entegre mücadele yöntemlerinin bileşenleri arasında yer almaya başlamıştır.

Dünyadaki küresel politik gerilimler ve savaşlar enerji krizini tetikleyerek enerji fiyatlarını artırmakta gerek havayolu gerek karayolu taşımacılığında birim maliyetlerinin yüksek artış göstermesine neden olmaktadır. Bu gelişmeler süs bitkileri sektöründe de etkileyerek Orta ve Güney Amerika ile Afrika ülkelerinde üretilen kesme çiçeklerin ve üretim materyallerinin transferinde deniz yoluyla konteyner sistemi taşımacılığının önemini giderek artıracaktır.

Endüstri 4.0 devrimi ile akıllı tarım sistemlerinin tarımsal üretim süreçlerine aktarılması, bunun sonucunda da düşük maliyetlerle yüksek verimliliklere ulaşılabilmesi, ucuz ve kaliteli üretim yaparak, bireyselleşen müşteri isteklerinin karşılanması hedeflenmektedir. Ayrıca tarım alanlarının daralması ile “Dikey Çiftlikler” ve “Deniz Üstü Yüzer Tesisler”, arıların yok olma tehlikesi ile “Robot Arılar”, kısa sürede geniş çaplı alan kontrolü için “İnsansız Hava Araçları”, çok sayıda akıllı cihazın kendi içinde hızlı iletişimi için “5G Haberleşme” ve yapay zekâ destekli teknolojinin en üst seviyesi olan “Robot Teknolojisi” dünyanın gelecek yıllarda tarım sektöründe büyük teknolojik entegrasyonuna yön verecektir. Bilişim ve iletişim teknolojileri ile beraber yapay zekâyâ dayalı robotlar Endüstri 4.0’ın en önemli bileşeni ve yeni devrimin ise vazgeçilmezi olacağı düşünülmektedir.

Küreselleşme birçok sektörde olduğu gibi kesme çiçek sektöründe de önemli gelişme ve değişimlere neden olmuştur. Küreselleşme ile birlikte uluslararası rekabette giderek önem kazanmış ve günümüzde rekabet gücü uluslararası alanda başarının en önemli göstergesi olmuştur. Kesme çiçek sektöründe gelişmekte olan ülkeler ucuz işçilik avantajlarıyla ön planda iken; gelişmiş ülkeler yüksek teknoloji ve sermaye odaklı üretim ile ön plandadır. Yüksek teknolojinin kullanımı ile beraber işgücü maliyetlerinin düşeceği ve verimliliğin de artacağı öngörülebilir. Kesme çiçek üretimi yapan şirketler altyapılarını geliştirmekte ve rekabette geri kalmamak için teknolojinin tüm imkânlarından

sonuna kadar yararlanmaya çalışmaktadırlar. Sektörde; ekim, dikim, söküm, hasat, taşıma, paketlenme, ambalajlama, ek aydınlatma, karartma, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele vb. birçok alanda yüksek teknoloji kullanılması verim ve kalite yanında ulusal ve uluslararası rekabet gücünü de artırarak önemli avantajlar sağlamaktadır.

Türkiye süs bitkileri sektörünün daha hızlı ilerlemesi, katma değerinin daha hızlı artırılabilmesi, dünyada söz sahibi olunabilmesi için; süs bitkileri ile ilgili Ar-Ge kuruluşlarının sayıları artırılmalı, çalışmaları desteklenmeli ve yüksek teknoloji odaklı üretim hedefleriyle yaygınlaşması sağlanmalıdır. Ülkemizin tarım alanında AB ve gelişmiş ülkelerle rekabet gücünü artırabilmesi için E40 ile akıllı tarım teknolojilerine geçişi değerlendirmeli, hızlandırmalı ve desteklemeleri ise artırmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Aslansoy B. 2024. Saksılı ve kesme çiçek ortancalarda verim ve kalite performansı üzerine farklı yetiştirme tekniklerinin etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 187s.
2. Akay, M. 2018. Endüstri 4.0 ile akıllı tarıma geçiş. (https://www.researchgate.net/publication/326550785_endustrı_40_ile_akıllı_tarıma_gecis) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
3. Ünal, H., Kuraloğlu, H., Zencirkıran, M. 2013. Süs bitkileri seralarındaki otomasyon ve mekanizasyon uygulamaları. 6. Süs Bitkileri Kongresi, 6-9 Mayıs, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 2:508-518, Yalova.
4. Anonymous, 2024-a. Retractable roof green houses and shadehouses. (<https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/retractable-roof-greenhouses-shadehouses>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
5. Anonymous, 2024-b. 6 Advantages to an open roof structure. (<https://www.greenhousemag.com/article/advantages-open-roof-structures/>) (Erişim: 15.10.2024).
6. Anonymous, 2024-c. Retractable roof greenhouse. (<https://www.youtube.com/watch?v=ywb2nnuffja>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
7. Anonymous, 2024-d. Hans van der poel machineoverzicht. (<https://www.youtube.com/watch?v=fxS5-0uvzko>) (Erişim: 10.03.2024).
8. Anonymous, 2024-e. Automatic tulip system - pronk tulpen B.V. (<https://www.youtube.com/watch?v=cd219gj58hu>) (Erişim: 15.10.2024).
9. Anonymous, 2024-f. Logiqs B.V.-100° Container cleaner with overhead crane. (<https://www.you>

- tube.com/watch?v=9vebq8fjeac) (Erişim Tarihi: 10.03.2024).
10. Anonymous, 2024-g. Mans allure gerbera bedrijfsfilm (<https://www.youtube.com/watch?v=bkzid-zwhqm>) (Erişim Tarihi: 10.03.2024).
 11. Anonymous, 2024-h. 5 Tips for greenhouse ventilation and cooling. (<https://greenhouseinfo.com/5-tips-greenhouse-ventilation-cooling/>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 12. Anonymous, 2024-i. Visser horti systems-box-omatic-wunderlich jungpflanzen. (https://www.youtube.com/watch?v=fd4y_2fcoy4) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 13. Anonymous, 2024-j. Cut flower harvesting belt system standalone potveer. (<https://www.youtube.com/watch?v=v8lplzcmjlo>) (Erişim: 15.10.2024).
 14. Anonymous 2024-k. Logiqs automated cultivation systems. (https://www.youtube.com/watch?v=ttzkr8nx_rc) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 15. Anonymous 2024-l. The grower files:marius mans of mans flowers about energy management (https://www.youtube.com/watch?v=tvoo_hhgcp1) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 16. Anonymous, 2024-m. Managing carbon dioxide in your grow space. (<https://fifthseasongardening.com/regulating-carbon-dioxide>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 17. Boyacı, S., Akyüz, A., Üstün, S., Baytorun, A.N., Güğercin, Ö. 2017. Seralarda yüksek sıcaklıkların azaltılmasında kullanılan yöntemler. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4(1):89-95, Siirt.
 18. Anonymous 2024-n. Ultra-clima. (<https://www.kubogreenhouses.com/en/innovations/ultra-clima>) (Erişim Tarihi: 22.11.2024)
 19. Anonymous, 2024-o. JAVO Standard 2.0. (<https://www.youtube.com/watch?v=yw4be8fzssy>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 20. Anonymous, 2024-p. Visser horti systems-PC-11 transplanting line-redfox. (<https://www.youtube.com/watch?v=pasmedzhbac>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 21. Anonymous, 2024-r. PC 22 transplanter-visser.eu. (<https://www.youtube.com/watch?v=sugjz5yk2sc>) (Erişim Tarihi: 10.03.2024).
 22. Anonymous, 2024-s. Liner production innovation. (<https://springmeadownursery.com/innovation/pr-oduction-innovation/>) (Erişim: 15.10.2024).
 23. Anonymous, 2024-t. CMP: automated bulb planting system. (<https://www.youtube.com/watch?v=agze-9af4xo>) (Erişim: 15.10.2024).
 24. Anonymous 2024-u. REGA-2 carro de riego doble rail aluminio. (https://www.youtube.com/watch?v=ithij7f_ipy) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 25. Anonymous, 2024-v. Automatic irrigation booms. (<https://www.youtube.com/watch?v=6iljvtfgcvk>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 26. Anonymous, 2024y. automatic irrigation wagon for greenhouse. (<https://www.conic-system.com/wp/en/gallery/automatic-irrigation-wagon-for-greenhouses-rega-2/>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 27. Anonymous 2024-z. Rose growers and their experiences with philips led lighting. (<https://www.youtube.com/watch?v=emstczge8ao>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 28. Anonymous 2024-aa. Automated light deprivation greenhouse from weatherport. (<https://www.youtube.com/watch?v=1czau0gy9q>) (Erişim: 15.10.2024).
 29. Anonymous, 2024-ab. Fully automated cleanlight boom. (<https://www.youtube.com/watch?v=m69yiziaco>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 30. Çakırer, G., Akan, S., Demir, K., Yanmaz, R. 2017. Bahçe bitkilerinde kullanılan ışık kaynakları. Akademik Ziraat Dergisi, (Özel Sayı 6):63-70, Ankara.
 31. Kazaz, S., Kırbay, E., Aydın, V., Meral, E.D., Kılıç, T. 2025. Süs bitkileri üretiminde mevcut durum ve gelecek. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği 10. Teknik Kongresi, 1:665-689, Ankara.
 32. Anonymous, 2024-ac. Renewed bercomex roseomatic rose processing system. (<https://www.youtube.com/watch?v=azogqzkebz>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 33. Anonymous, 2024-ad. Bercomex furora rosa verwerkt rozen volautomatisch bij dümmen orange (<https://www.youtube.com/watch?v=owhajwk6in4>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 34. Anonymous, 2024-ae. Het broeiproces van de tulpen bij ronico. (<https://www.youtube.com/watch?v=c13uykql3uc>) (Erişim: 15.10.2024).
 35. Anonymous, 2024-af. Inhoesrobot - sleeving robot potveer. (<https://www.youtube.com/watch?v=-vebbk16cis>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 36. Anonymous, 2024-ag. Packaging and presentation systems for cut flowers. (<https://www.pagter.com/en/home>) (Erişim: 15.10.2024).
 37. Anonymous, 2024-ah. Sustainability and cost efficiency procona. (<https://www.pagter.com/en/products/procona>) (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
 38. Anonymous, 2024-ai. Flower transport from Kenya by sea instead of air freight. (<https://www.wur.nl/en/project/flower-transport-from-kenya-by-sea-instead-of-air-freight.htm>) (Erişim Tarihi: 22.11.2024)
 39. Anonymous, 2024-aj. Gauging inflation impact of the Red Sea crisis. (<https://www.rabobank.com/>)

- knowledge/d011418644-gauging-inflation-impact-of-the-red-sea-crisis) (Erişim: 22.11.2024)
40. Anonymous, 2024-ak. AFKLMP Cargo has proven history and expertise where it comes to the transport of fresh flowers. (<https://airfreight.news/articles/full/afklmp-cargo-has-proven-history-and-expertise-where-it-comes-to-the-transport-of-fresh-flowers>) (Erişim Tarihi: 22.11.2024).
41. Kazaz, S. 2016. Dünya süs bitkileri sektöründe ürün deseni, sosyoekonomik ve teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ile Türkiye'nin gelecek vizyonu. 6. Süs Bitkileri Kongresi, 19-22 Nisan, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, s:2-12, Antalya.
42. Çelikel, F.G. 2013. Süs bitkilerinin hasat sonrası kaliteleri ve yeni teknolojiler. 6. Süs Bitkileri Kongresi, 6-9 Mayıs, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 1:17-26, Yalova.