





Derleme Makalesi

Türkiye’de Baharatlık Kırmızıbiber Hasadında Mekanizasyonun Mevcut Durumu ve Gelecek Perspektifleri

Yusuf SARICI^{a,*} , Ömer Murat BÖREKÇİ^a 

^a Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

- Türkiye üretim hacmi açısından dünyanın önde gelen biber yetiştiricisi ülkelerinden biri olarak stratejik bir konuma sahiptir.
- Artan işçilik maliyetleri mekanizasyonu zorunlu kılmaktadır.
- Türkiyede baharat sektöründe rekabetin sürdürülebilmesi için önümüzdeki dönemde makinalı hasat sistemlerinin ticarileştirilmesi kaçınılmaz görünmektedir.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Biber
Biber Hasadı
Hasat mekanizasyonu
Maraş biberi
Toplama teknolojisi

Geliş tarihi: 06 Ekim 2025
Revizyon tarihi: 07 Kasım 2025
Kabul tarihi: 07 Kasım 2025
Yayın tarihi: 15 Aralık 2025



*Sorumlu yazar:

yusuf.sarici@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Biber (*Capsicum* spp.), Solanaceae familyasına ait, dünyanın sıcak ve ılıman iklim kuşaklarında yaygın olarak yetiştirilen, ekonomik ve kültürel değeri yüksek bir kültür bitkisidir. Taze tüketiminin yanı sıra gıda sanayinde baharatlık, konserve, salça, turşu ve sos gibi işlenmiş ürünler olarak ve içerdiği besin maddeleri, vitaminler, kapsaisin ve pigmentler sayesinde kozmetik, ilaç ve sağlık ürünleri gibi endüstriyel alanlarda da geniş bir kullanım alanına sahiptir. Küresel ölçekte biber üretimi, sıcak ve ılıman iklim kuşaklarında yoğunlaşmış olup, Çin, Meksika ve Türkiye en büyük üreticiler arasında yer almaktadır. Türkiye üretim hacmi açısından dünyanın önde gelen ülkelerinden biri olarak stratejik bir konuma sahiptir. Biber üretimindeki en kritik ve maliyetli aşama, büyük ölçüde insan gücüne dayanan hasat sürecidir. Artan işçilik maliyetleri, kalifiye işgücü bulma zorluğu sektörün sürdürülebilirliğini tehdit etmekte ve mekanizasyonu zorunlu kılmaktadır. Bu ihtiyaca yönelik olarak dünya genelinde 1970’li yıllardan itibaren çeşitli mekanizmalar geliştirilmiştir. Dünyanın en büyük üreticilerinden biri olmasına rağmen biber hasadında mekanizasyonun neredeyse hiç kullanılmadığı Türkiye’de bu boşluğu doldurmak amacıyla, ülkemize özgü stratejik bir ürün olan Maraş biberinin hasat olanaklarını araştırmak üzere, sıyrıcı taraklarla (stripper combs) donatılmış ve daha önce hasat amaçlı kullanılmamış yörünge esaslı prototip ve özel sektör girişimleriyle üretilen hasat makineleri tarla denemeleriyle test edilmiştir. Bu tür yenilikçi teknolojilerin adaptasyonu, hem Türkiye’de hem de küresel ölçekte biber tarımının verimliliğini ve rekabet gücünü artırmak için hayati önem taşımaktadır.

The Current State and Future Perspectives of Mechanization in Spice Red Pepper Harvesting in Türkiye

Yusuf SARICI^{a,*} , Ömer Murat BÖREKÇİ^a 

^a Eastern Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research Institute Kahramanmaraş, Türkiye

HIGHLIGHTS

- Türkiye holds a strategic position as one of the world's leading pepper-producing countries in terms of production volume.
- Rising labor costs make mechanization.
- In order to maintain competitiveness in Türkiye's spice sector, the commercialization of mechanical harvesting systems in the near future appears to be inevitable.

ARTICLE INFO

Keywords:

Pepper
Pepper harvesting
Harvest mechanization
Maraş pepper
Harvesting technology

Received: 06 October 2025

Revised : 07 November 2025

Accepted: 07 November 2025

Published: 15 December 2025

*Corresponding author:

yusuf.sarici@tarimorman.gov.tr

ABSTRACT

Pepper (*Capsicum* spp.), belonging to the Solanaceae family, is a crop of high economic and cultural value that is widely cultivated in tropical and temperate climate zones across the world. In addition to fresh consumption, it has a broad range of applications in the food industry as a spice, canned product, paste, pickle, and sauce, while its nutrients, vitamins, capsaicin, and pigments also enable its use in cosmetics, pharmaceuticals, and health-related industries. Globally, pepper production is concentrated in tropical and temperate regions, with China, Mexico, and Türkiye among the leading producers. Türkiye, in particular, occupies a strategic position as one of the world's foremost countries in terms of production volume. The most critical and costly stage of pepper production is harvesting, which is still predominantly performed manually. Increasing labor costs and the difficulty of finding skilled seasonal workers threaten the sustainability of the sector and make mechanization indispensable. Since the 1970s, various harvesting mechanisms have been developed worldwide, yet Türkiye has made little progress in adopting mechanized harvesting despite its significant production volume. Field trials with trajectory-based prototypes equipped with stripper combs, as well as private sector initiatives, have shown promising results but remain limited to experimental use. Persistent challenges such as plant architecture, fruit detachment force, foreign matter contamination, and quality losses continue to hinder large-scale adoption. Therefore, the development of locally adapted machines, optimization of header designs, and breeding of varieties suitable for mechanization are crucial steps for the future. Such innovations will be vital to reduce labor dependency, lower production costs, and enhance the competitiveness and sustainability of high-value products such as Maraş pepper in both domestic and global markets.

GİRİŞ

Biber (*Capsicum* spp.), Solanaceae familyasına ait, dünyanın sıcak ve ılıman iklim kuşaklarında hem açıkta hem de örtü altında yaygın olarak yetiştirilen tek veya çok yıllık otsu bir kültür bitkisidir. Anavatanı tropik Amerika olan biber, Amerika'nın keşfiyle birlikte 15. yüzyılın sonlarında Kristof Kolomb tarafından Avrupa'ya getirilmiş ve buradan tüm dünyaya yayılmıştır. Osmanlı İmparatorluğu'na ise 16. yüzyılda ulaşan biber, zamanla Türk mutfağının

ve tarımının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Katz, 2019; Tripodi ve ark., 2021). Günümüzde biber, fasulye ve domatesten sonra dünya genelinde en çok yetiştirilen üçüncü sebze konumundadır. Taze tüketiminin yanı sıra gıda sanayinde konserve, salça, turşu, sos gibi işlenmiş ürünlerin ve baharat sektörünün ana hammaddelerinden biri olan biber, aynı zamanda içerdiği besin maddeleri, vitaminler, kapsaisin ve pigmentler sayesinde kozmetik, ilaç ve sağlık ürünleri gibi endüstriyel alanlarda da geniş bir

kullanım alanına sahiptir (Hernández-Pérez, ve ark., 2020).

Rafii ve ark., 2021'e göre; Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verileri, 2020 yılında dünya genelinde biber ekim alanı 2.83 milyon hektara ulaşmış ve bu alan son yirmi yıldır istikrarlı bir artış eğilimi göstermektedir. 2004 yılı itibarıyla dünya toplam biber üretimi 18.5 milyon ton seviyesindeyken, Çin 7.7 milyon ton ile lider konumda, Meksika 1.8 milyon ton ile ikinci sırada yer almıştır. Bu sıralamada Türkiye, 1.5 milyon tona yaklaşan üretimiyle dünyanın en büyük üçüncü biber üreticisi olarak küresel pazarda stratejik bir öneme sahiptir. Biber, hem üreticiler, hem tüketiciler, hem de işleme endüstrisi için büyük bir ekonomik değer taşımaktadır. Tarım sektöründe artan işçilik maliyetleri ve taze ürünlerin fabrikalarda işlenerek (baharat, salça vb.) pazara sunulma oranının yükselmesi, hasat süreçlerinin hızlandırılmasını ve mekanize edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Baharatlık biber üretimi, küresel biber endüstrisinin önemli bir kolunu oluşturmaktadır. Özellikle acı biber çeşitleri, kurutulup öğütülerek kırmızı toz biber üretiminde yaygın olarak kullanılır. Taze olarak hasat edilen biberlerin depolama standartlarına uygun neme getirilmesi için büyük ölçekli kurutma işlemleri gerekmekte, bu da hem işçilik yoğunluğunu hem de üretim maliyetlerini artırmaktadır (Srinivas ve ark., 2021). Bu maliyetleri düşürmek ve verimliliği artırmak amacıyla, özellikle baharatlık biber üretiminde hasat mekanizasyonu kritik bir rol oynamaktadır. Gelişmiş ülkelerde 1970'li yıllardan itibaren biber hasat makineleri üzerine çalışmalar yapılmış ve günümüze kadar 20'den fazla biber çeşidi için 30 farklı hasat mekanizması denenmiştir. Ancak, biber bitkisinin zengin çeşitliliği ve buna bağlı olarak değişen fiziksel özellikleri, tüm türler için geçerli tek bir hasat makinesinin geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Dünya genelinde özellikle Çin, ABD ve İspanya gibi büyük üretici ülkelerde artan işçilik maliyetleri ve işçi bulunabilirliğindeki azalma, mekanik hasat teknolojilerine olan ilgiyi hızla artırmıştır. Son yıllarda geliştirilen spiral, parmaklı tambur ve taraklı bant sistemleri ile Çin'de %98'e varan toplama başarısı ve düşük zarar oranları rapor edilmiştir (Han ve ark., 2025).

Türkiye'de biber tarımı çoğunlukla Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Ülkemizde sebze hasadı büyük ölçüde tarım işçileri tarafından elle yapılmakta,

biber hasadında ise mekanizasyon neredeyse hiç kullanılmamaktadır. Bu durum, üretim maliyetlerini artırmakta ve uluslararası rekabette dezavantaj yaratmaktadır. Türkiye'de baharatlık biber denildiğinde Kahramanmaraş kırmızıbiberi özel bir yere sahiptir. Bölgenin ekolojik koşulları sayesinde kendine has bir renk, tat, koku ve aroma kazanan bu biber, hem iç pazarın önemli bir kısmını karşılamakta hem de aflatoksinsiz üretim yapabilen tesisler sayesinde ihracat potansiyeli taşımaktadır. Kahramanmaraş, yılda ortalama 18 bin ton kurutulmuş biber işleme kapasitesiyle Türkiye'nin baharatlık biber ihtiyacının yaklaşık % 45'ini tek başına karşılamaktadır (Veysel, A., 2002; Arpacı ve ark., 2017; Aytop ve Akbay, 2018; Yavuz ve Dağdemir, 2024). Buna karşın, Türkiye'de baharatlık biber üretimi özellikle Maraş biberi gibi markalaşmış ürünlerde ekonomik ve kültürel açıdan büyük öneme sahip olmasına rağmen, mekanik hasat üzerine sınırlı düzeyde araştırmalar yapılmıştır (Akay, 2009). Bu durum, işgücü krizinin yoğun hissedildiği sektörde ciddi bir boşluğa işaret etmektedir. Türkiye'nin rekabet gücünü artırması, Maraş biberinin uluslararası pazardaki marka değerini koruması ve sürdürülebilir üretimin sağlanabilmesi için makinalı hasat konusunda kapsamlı AR-GE, çeşit-makine uyumu ve saha uygulamalarına acilen ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma, küresel ve ulusal ölçekte biber hasadında mekanizasyonun mevcut durumunu ortaya koymayı, özellikle Maraş biberi üretiminde karşılaşılan sorunları ele almayı ve mekanik hasadın geliştirilmesine yönelik stratejileri tartışmaya açmayı amaçlamıştır. Derleme niteliğindeki bu makale, dünya literatüründeki uygulamalar ile Türkiye'de yürütülen araştırmaları bir araya getirerek, gelecekte gerçekleştirilebilecek AR-GE çalışmaları ve çeşit-makine uyumu konusunda yol gösterici öneriler sunmayı hedeflemektedir.

1. Dünya genelinde baharatlık biber üretimi ve hacmi

Baharatlık biber (*Capsicum annuum* L.), dünya çapında üretim ve ticaret hacmi en yüksek baharat bitkilerinden biridir. FAO verilerine göre, son on yılda küresel üretim miktarı 4-5 milyon ton seviyelerine ulaşmış olup, bunun en büyük payını Çin, Hindistan ve Meksika oluşturmaktadır. Türkiye ve İspanya ise özellikle kurutulmuş ve baharatlık çeşitlerde önemli üretici ülkeler arasında yer almaktadır. Çin tek başına dünya

biber üretiminin yaklaşık üçte birini karşılamakta, ABD ve Avrupa ülkeleri ise daha çok sanayiye yönelik çeşitlerde mekanizasyon odaklı araştırmalar yürütmektedir (Bosland ve ark., 2012; Hernández-Pérez ve ark., 2020; Tripodi ve ark., 2021). Bu rakamlar, baharatlık biberin yalnızca tarımsal değil aynı zamanda ekonomik ve kültürel bir ürün olduğunu, dolayısıyla hasat verimliliğinin üretim zincirinin kritik bir halkası olduğunu göstermektedir.

2. Baharatlık biber hasadının toplam üretim maliyetindeki payı

Baharatlık biber yetiştiriciliğinde en yüksek maliyet kalemini hasat aşaması oluşturmaktadır. Çeşit ve üretim sistemine bağlı olarak, elle yapılan hasat toplam üretim maliyetlerinin % 30 ile % 60'ını kapsayabilmektedir. Özellikle işçilik ücretlerindeki artış ve hasadın uzun süren, yoğun emek gerektiren bir iş olması, üreticiler açısından büyük bir yük doğurmaktadır (Masood ve ark., 2021). Mevcut çalışmalar, mekanik hasadın işçilik maliyetini % 40'a kadar düşürdüğünü rapor ederken, modern prototiplerle yapılan denemelerde yüksek toplama oranlarının yanında işgücü bağımlılığının ciddi oranda azalttığı belirtilmektedir (Funk ve ark., 2011; Khokhar ve ark., 2024). Bu durum, biber üretiminde rekabet gücünü artırmanın en etkili yolunun hasat mekanizasyonu olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

3. Küresel ölçekte işgücü sorunları

Baharatlık biber hasadında işçilik sorunu yalnızca yüksek maliyetle sınırlı değildir; aynı zamanda işgücü teminindeki zorluklar da giderek büyüyen bir kriz halini almıştır. Kırsal alanlarda genç nüfusun azalması, tarım işçiliğinin cazip bulunmaması ve mevsimlik işçi göçünün belirsizlikler yaratması, üreticilerin en kritik darboğazıdır (OECD, 2023). Gelişmekte olan ülkelerde yapılan sistematik incelemeler de genç nüfusun kırsaldan kentlere göçü ve mevsimlik iş imkanlarının sınırlılığı nedeniyle (Köroğlu, 2023), iş gücü arzının düşmekte olduğunu göstermektedir (Zimmerer ve ark., 2020; Simelton ve ark., 2021).

4. Küresel ölçekte biberde makinalı hasat çalışmaları

Makinalı hasat sistemlerinin kullanımı, baharatlık biber üretiminde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Elle hasada kıyasla bu sistemler, işçilik ihtiyacını büyük ölçüde azaltarak

üretim maliyetlerinde kayda değer tasarruf sağlamaktadır. Özellikle Çin'de geliştirilen yay parmaklı silindir (spring-finger roller), çift heliks (dual-helix) ve taraklı bant (belt-comb) mekanizmaları ile %90'ın üzerinde toplama oranları ve düşük meyve zarar seviyeleri elde edilmiştir (Song ve ark., 2024; Han ve ark., 2025). ABD'de de benzer şekilde, New Mexico Chile Task Force tarafından geliştirilen tamburlu ve helisel sistemlerin işçilik maliyetini % 40'a kadar düşürdüğü, ayrıca hasat süresini önemli ölçüde kısalttığı rapor edilmiştir. İspanya'da paprika biberleri üzerine yapılan denemelerde ise makinalı hasadın, özellikle uygun çeşitlerle birlikte kullanıldığında, hem ürün bütünlüğünü koruduğu hem de tek seferde geniş alanların hasadını mümkün kıldığı görülmüştür (Funk ve Walker, 2009; Funk ve Marshall, 2010; Kang ve ark., 2021). Bu sistemler sayesinde üreticiler, kısa sürede yüksek miktarda ürünü tarladan alabilmekte; işçi bulunamaması, yüksek ücret talepleri ve mevsimlik göç gibi sorunların etkisi en aza indirilmektedir (Han ve ark., 2025). Ayrıca makinalı hasat, hasadın daha homojen yapılmasını, ürün kayıplarının azaltılmasını ve sonraki aşamalarda sınıflandırma ile işleme süreçlerinin kolaylaşmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla, mekanizasyon yalnızca ekonomik bir gereklilik değil, aynı zamanda üretim sürekliliğini ve rekabet gücünü artıran stratejik bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

5. Ülkemizde baharatlık biber üretimi

Türkiye'de baharatlık kırmızıbiber üretimi, özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi başta olmak üzere ülkenin güney illerinde yoğunlaşmaktadır. 2016 yılı TÜİK verilerine göre, baharatlık işlenmemiş kırmızıbiber yaklaşık 122.415 dekar alanda ekilmiş ve toplam üretim 228.531 ton olarak gerçekleşmiştir. En büyük üretim merkezleri arasında Şanlıurfa, Gaziantep, Kahramanmaraş ve Kilis illeri öne çıkmakta olup, yalnızca Şanlıurfa tek başına ülke ekili alanının yaklaşık % 43.37'sini ve toplam üretimin % 53'ünü karşılamaktadır. Kahramanmaraş ili ise marka değeri yüksek Maraş biberi ile tanınmakta ve yaklaşık 13.000 dekar alanda yıllık 30.000 tonluk üretim kapasitesine sahip olduğu belirtilmektedir (Aytop ve Akbay, 2018). Bu veriler, Türkiye'de baharatlık kırmızıbiber üretiminde belirli bölgelerde mekânsal yoğunlaşma olduğunu, ancak verim ve üretim potansiyelinin daha etkin kullanılması halinde

işçilik maliyetleri ve özellikle hasat aşamasında önemli kazanımlar elde edilebileceğini göstermektedir. Nitekim, 2024 Baharat Sektör Raporu'na göre, 2023 yılında Türkiye'de baharat olarak en çok üretilen ürün biber olmuş ve toplam baharatlık biber üretimi 287.322 tona ulaşmıştır. Aynı yıl baharat üretiminde en büyük payı %75.68 oranıyla biber almış ve son beş yılda (2019 - 2023) biber üretiminde %19.39'luk bir artış kaydedilmiştir. Bununla birlikte, 2023 yılında baharat üretimi için toplam 635.762 dekar alan ayrılmış olup, bu değer 2019 yılında kaydedilen 916.135 dekarlık alan miktarının gerisinde kalmıştır. Sonuç olarak, 2023 yılında bir önceki yıla göre baharatlara ayrılan alan % 7.44 azalırken, son beş yıllık süreçte toplamda % 30.6 oranında daralma yaşanmıştır (Türkiye Baharat Sanayicileri Derneği, 2024). Benzer şekilde İstanbul Ticaret Borsası Meclisi (2022) *Türkiye'nin baharat yolu* raporunda, üretim süreçlerinin büyük ölçüde el emeğine dayalı olması nedeniyle baharat yetiştiriciliğinde işgücü bulmanın her geçen yıl zorlaştığı, mevcut iş gücünün ise yüksek ücret talepleri ve mevsimsel göçler nedeniyle süreklilik göstermediği ifade edilmektedir. Bu durum, özellikle küçük ve orta ölçekli üreticiler açısından üretim maliyetlerini artırmakta ve baharat bitkilerine ayrılan ekim alanlarının daralmasına neden olmaktadır. Nitekim Yıldırım ve Karakoyun (2023) mevsimlik tarım işçiliği üzerine yaptığı çalışmada da, Türkiye'de tarımsal üretimde işgücü arzının giderek azaldığı, kayıt dışı ve geçici istihdam biçimlerinin yaygın olduğu, bu nedenle sürdürülebilir üretim modellerinin tehdit altında olduğu belirtilmiştir.

6. Ülkemizde biber hasat işçilik maliyetleri

Türkiye'de kırmızıbiber üretiminde işçilik ihtiyacı son derece yüksektir ve toplam üretim maliyetleri içinde en kritik girdilerden birini oluşturmaktadır. Çeşitli tarımsal ekonomi çalışmalarında, 1 dekar biber üretimi için ortalama 150 saat işçilik gerektiği, bunun da yaklaşık 18–20 işçi-günlük bir emeğe karşılık geldiği belirtilmektedir. Hasat döneminde yoğunlaşan bu işçilik ihtiyacı, toplam işçilik süresinin % 60–70'ini tek başına oluşturarak üretim maliyetlerini ciddi biçimde artırmaktadır (Dağıstan ve ark., 2015; Çınar ve Semerci, 2022). Bu durum, hem üreticilerin işçi bulma sorunlarını hem de yükselen işçilik ücretlerinin baskısını ortaya koymakta; mekanizasyonun yalnızca bir tercih değil,

sürdürülebilir üretim için zorunluluk olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de biber üretiminde işçilik ihtiyaçlarının ölçülmesi açısından “işçi-saat/dekar” gibi metrikler çiftçilerin maliyet planlamasında kritik değerlere sahiptir. İzmir-Torbalı'da yapılan bir çalışmada, açık tarla sıcak biber (sivri biber) üretiminde bir dekarlık alana yaklaşık 148,65 işçi-saat işgücü gerekmektedir; ayrıca erkek işçiler için 10,88 saat ve çekigücü kullanımı için 3,07 saatlik ek gereksinim belirlenmiştir (Başaran ve Engindeniz, 2016).

7. Ülkemizde baharatlık kırmızıbiber üretiminde makinalı hasat çalışmaları

Türkiye'de makinalı kırmızıbiber hasadı üzerine yapılan en dikkat çekici çalışmaların başında, Akay ve Özcan (2009) tarafından yürütülen *akademik* araştırma gelmektedir. Bu çalışmada, Kahramanmaraş biberinin morfolojik yapısı göz önünde bulundurularak dört çubuk bağlantılı (four-bar linkage) bir prototip hasat aparatı geliştirilmiş ve “stripper comb” mekanizması aracılığıyla meyvelerin aşağıdan yukarıya doğru bitkiden ayrılması hedeflenmiştir. Tarla denemeleri, olgunluk düzeyi ve meyve-sap bağlantısının hasat başarısı üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymuş; uygun koşullarda %70–90 arasında değişen başarı oranları elde edilmiştir. Bununla birlikte, meyve dökülmesi ile dal ve yaprak gibi yabancı materyalin ürüne karışması, prototipin tarla koşullarındaki etkinliğini sınırlayan temel sorunlar olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de makinalı hasat üzerine yapılan doktora düzeyindeki akademik çalışmanın yanı sıra, özel sektör tarafından da çeşitli prototip denemeleri gerçekleştirilmiştir. Ancak söz konusu denemeler sınırlı saha uygulamalarıyla kalmış, ticari ölçekte kullanılabilecek bir makine geliştirilmesine imkân vermemiştir. Özellikle dik büyüyen ve yukarı yönlü meyve tutan çeşitlerde yabancı makinelerin daha yüksek verim sağladığı, ancak Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen aşağıya sarkan meyveli baharatlık biber çeşitlerinin morfolojik özelliklerinin bu makinelerin başarısını önemli ölçüde kısıtladığı rapor edilmiştir (Akay ve Özcan, 2009). Ayrıca mevcut prototiplerde yabancı madde oranının yüksek oluşu ve meyve kalitesinde kayıplar meydana gelmesi, üreticilerin makinalı hasada yönelimini engelleyen en kritik faktörlerden biri olmuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye’de baharatlık kırmızıbiber hasadında mekanizasyon çalışmaları hâlen prototip ve araştırma düzeyinde kalmış, ticari ölçekte uygulamaya geçilememiştir. Mevcut araştırmalar, farklı prototiplerin saha denemelerinde umut verici sonuçlar verdiğini ortaya koysa da, yabancı madde oranının yüksekliği, meyve dökülmesi, bitki-makine uyumsuzluğu ve kalite kayıpları gibi teknik sorunlar, makinelerin yaygınlaşmasının önünde engel teşkil etmektedir. Ayrıca yurtdışında geliştirilen makinelerin Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen aşağıya sarkan meyveli çeşitlere morfolojik olarak uyum sağlayamaması, ithal makinelerle yoluyla mekanizasyona geçişe engel teşkil etmektedir.

Bu bağlamda, Türkiye’de baharatlık kırmızıbiber üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için yerli koşullara uygun makinalı hasat teknolojilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle başlık tasarımlarının

optimize edilmesi, çeşit-makine uyumuna yönelik AR-GE çalışmalarının artırılması ve prototiplerin farklı ekolojik koşullarda saha denemeleriyle desteklenmesi kritik bir ihtiyaçtır. Bununla birlikte, makinalı hasat teknolojilerinin geliştirilmesi sürecinde yalnızca mühendislik odaklı yaklaşımlar değil, aynı zamanda tarımsal ekonomi, iş gücü politikaları ve ürün ıslahı gibi çok disiplinli katkılar da dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak, Türkiye’nin baharatlık kırmızıbiber üretiminde uluslararası rekabet gücünü koruyabilmesi, işçilik maliyetlerini azaltabilmesi ve Maraş biberi gibi markalaşmış ürünlerin sürdürülebilirliğini güvence altına alabilmesi için önümüzdeki dönemde makinalı hasat sistemlerinin ticarileştirilmesi kaçınılmaz görünmektedir. Bu amaçla, devlet destekli AR-GE programları, özel sektör iş birlikleri ve çeşit geliştirme stratejileri eş zamanlı olarak hayata geçirilmeli; böylece biber üretim zincirinde verimlilik ve kalite artışı sağlanarak sektörde uzun vadeli rekabet avantajı oluşturulmalıdır.

Yazar katkısı: Fikir/Kavram, Tasarım ve Dizayn, Denetleme/Danışanlık, Kaynaklar, Malzemeler, Veri Toplama ve/veya İşleme, Analiz ve/veya Yorum, Literatür Taraması, Yazı Yazan, Eleştirel İnceleme konularında Yusuf SARICI, Analiz ve/veya Yorum, Literatür Taraması, Yazı Yazan, Eleştirel İnceleme konularında Ömer Murat BÖREKÇİ tarafından katkıda bulunulmuştur. Tüm yazarlar makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar çatışması beyanı: Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKÇA

- Akay, O. E. (2009). Kahramanmaraş kırmızı biberinin hasadında yörünge esaslı prototip bir makinenin geliştirilmesi [Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Akay, O. E., & Özcan, M. T. (2009). Harvesting of Kahramanmaraş Red Pepper by a Trajectory Based Prototype Machine. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(2), 125-131.
- Arpacı, B. B., Balıkcı, T., Gezginç, Y., & Karakan, F. Y. (2017). Determination of morphological characteristics and quality values of lines selected from Kahramanmaraş red pepper population. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(3), e0711.*
- Aytop, Y., ve Akbay, C. (2018). Baharatlık kırmızıbiber (Maraş biberi) üretiminin ekonomik analizi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 156–164. <https://doi.org/10.30910/turkjans.471259>

- Başaran, B., & Engindeniz, S. (2016). Labour requirement and production costs in open field pepper production in İzmir-Torbalı conditions. In 27th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry. İzmir, Turkey. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1353230>
- Bosland, P. W., & Votava, E. J. (2012). Peppers: Vegetable and spice capsicums. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845938253.0000>
- Çınar, M., & Semerci, A. (2022). Input usage and cost analysis in capia pepper production: Çanakkale Province, Turkey sample. *Custos e @gronegocio on line*, 18(2), 409–423.
- Dağıstan, E., Demirtaş, B., & Tapkı, N. (2015). Economic analyses of pesticide usage on red peppers (Capsicum) in Hatay Province in Turkey and determination of production cost. *Custos e @gronegocio on line*, 11(3), 156–172.
- Funk, P. A., & Marshall, D. E. (2010). Pepper

- harvester development. ASABE Annual International Meeting, Pittsburgh, Pennsylvania. American Society of Agricultural and Biological Engineers. <https://doi.org/10.13031/2013.32069>
- Funk, P. A., & Walker, S. J. (2009). Green chile pepper harvest mechanization. ASABE Annual International Meeting, Reno, Nevada. American Society of Agricultural and Biological Engineers. <https://doi.org/10.13031/2013.28552>
- Funk, P. A., & Walker, S. J. (2011). A systems approach to chile harvest mechanization. *International Journal of Vegetable Science*, 17(3), 286–302. <https://doi.org/10.1080/19315260.2010.549167>
- Han, D., Wang, C., Zhang, H., Pang, H., Wang, X., Chen, X., & Wen, X. (2025). Advances in mechanized harvesting technologies and equipment for chili peppers. *Agriculture*, 15(11), 1129. <https://doi.org/10.3390/agriculture15111129>
- Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M. R., Valverde, M. E., & Paredes-López, O. (2020). *Capsicum annuum* (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 2972–2993. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12634>
- İstanbul Ticaret Borsası Meclisi (2022). Türkiye'nin baharat yolu: 05 BMSK Baharat 2022(1). İstanbul Ticaret Borsası Meclisi. https://www.istib.org.tr/resim/siteici/files/05_20BMSK%20Baharat%202022%281%29%282%29.pdf
- Kang, S., Kim, Y., Park, H., Woo, S., Uyeh, D. D., & Ha, Y. (2021). Effect of planting distance on the mechanical harvesting of hot pepper. *Agriculture*, 11(10), 945. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100945>
- Katz, E. (2019). Flavors and colors: The chili pepper in Europe. In *Transatlantic Trade and Global Cultural Transfers* (pp. 41–62). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429427305-3>
- Khokhar, E. S., Lozada, D. N., Khan, M. I., & Nourbakhsh, S. S. (2025). Phenotypic variability of plant architecture, easy destemming, and yield for accelerated selection for mechanical harvestability in chile pepper. *Scientific Reports*, 15(1), 94819. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94819-z>
- Köroğlu, M. A. (2023). Sociocultural problems of seasonal migrant agricultural workers in Manisa region (Turkey): A qualitative study. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 327. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01832-6>
- Masood, M. U., & Haghshenas-Jaryani, M. (2021). A study on the feasibility of robotic harvesting for Chile pepper. *Robotics*, 10(3), 94. <https://doi.org/10.3390/robotics10030094>
- OECD. (2023). *Food, agriculture and fisheries papers: No. 189*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/115b2a34-en>
- Rafii, M. Y., Misran, A. B., Ismail, M. F. B., Karim, K. M. R., & Latif, M. A. (2021). Current and prospective strategies in the varietal improvement of chilli (*Capsicum annum* L.) specially heterosis breeding. *Agronomy*, 11(11), 2217. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112217>
- Simelton, E., Duong, T. M., & Houzer, E. (2021). When the “strong arms” leave the farms—Migration, gender roles and risk reduction in Vietnam. *Sustainability*, 13(7), 4081. <https://doi.org/10.3390/su13074081>
- Song, Z., Du, C., Chen, Y., Han, D., & Wang, X. (2024). Development and test of a spring-finger roller-type hot pepper picking header. *Journal of Agricultural Engineering*, LV(1562). <https://doi.org/10.4081/jae.2024.1562>
- Srinivas, G., Champawat, P. S., Mudgal, V. D., & Jain, S. K. (2021). Post harvest processing and value addition of dry chilli (*Capsicum annum* L.). CABI Digital Library. <https://doi.org/10.5555/20210458148>
- Tripodi, P., Rabanus-Wallace, M. T., Barchi, L., Kale, S., Esposito, S., Acquadro, A., Ruggieri, V. (2021). Global range expansion history of pepper (*Capsicum* spp.) revealed by over 10,000 genebank accessions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(22), e2104315118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2104315118>
- Türkiye Baharat Sanayicileri Derneği. (2024). 2024 baharat sektörü raporu. Türkiye Baharat Sanayicileri Derneği. Erişim adresi: <https://www.gtb.org.tr/dosya/pdf/2024-baharat-sektor-raporu.pdf>
- Veysel, A. (2002). Kahramanmaraş biberi yetiştiriciliği, sorunları ve çözüm önerileri. *ALATA Tarımsal Araştırma Dergisi*, 2(12),

54–61.

<https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1353230>

Yavuz, E., ve Dağdemir, V. (2024). Gaziantep ilinde baharatlık kırmızıbiberin (Maraş biberi) üretim maliyeti ve pazarlama durumu. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(1), 45–58. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1353230>

Yıldırım, M., ve Karakoyun, O. (2023). Mevsimlik tarım işçiliği üzerine bir araştırma: Çarşamba (Samsun) ilçesi örneği. 19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi, 4(2), 61-81. <https://doi.org/10.52835/19maysbd.1320646>

Zimmerer, K. S., Jiménez-Olivencia, Y., & Ruiz-Ruiz, A. (2020). Agri-food land transformations and immigrant farm workers in peri-urban areas of Spain and the Mediterranean. *Land*, 9(12), 472. <https://doi.org/10.3390/land9120472>