

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Yıl: 2021
Sayı:31

CİLT I
SOMA

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Sahibi:

Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN
Yönetim Kurulu Adına
MCBÜ Soma MYO

Editörler:

Prof. Dr. Deniz MAMUREKLİ
Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN
Öğr. Gör. Fırat TEKİN

Yayın Kurulu:

Prof. Dr. Deniz MAMUREKLİ
Prof. Dr. Ayşe ÖNDÜRÜCÜ
Prof. Dr. Mete HANÇER
Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Berkant SELEK
Öğr. Gör. Fırat TEKİN

Sekreter:

Öğr. Gör. Fatih SUVAYDAN

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma MYO Teknik Bilimler
Dergisi yılda iki sayı olarak yayımlanan ulusal hakemli bir dergidir.**

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

BU SAYIDAKİ HAKEM KURULU:

Prof. Dr. Deniz MAMUREKLİ
Prof. Dr. Doğan YAŞAR
Prof. Dr. Muhammet Hamdi KARAOĞLU
Doç. Dr. Ali YURDDAŞ
Doç. Dr. Burçak İŞÇİ
Dr. Öğr. Üyesi Adem ÖZÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Emine Dilşat YEGENOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim AYDIN
Dr. Öğr. Üyesi Özel SEBETCİ
Dr. Öğr. Üyesi Serdar ERCİNS

Dergide yayınlanan tüm makaleler ve ileri sürülen görüşlerde, sorumluluk yazar ve hakemlere aittir.

İletişim Adresi:

Fırat TEKİN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Soma Meslek Yüksekokulu, Soma-Manisa /TÜRKİYE
Tel: 0 236 612 00 63
Fax: 0 236 612 20 02
e-mail: somamyo-dergi@cbu.edu.tr
firat.tekin@cbu.edu.tr

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

İÇİNDEKİLER

1- DENİZEL EKOSİSTEM ÜZERİNE OLUMSUZ ETKİSİ OLAN BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN BİYODİZEL OLARAK GERİ KAZANIMI

Emine Erdem YÜRÜR, Yüksel ABALI, Burcu ÇAĞLAYAN1-12

2- SODA SANAYİ KARADİKEN KALKER OCAĞINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN PATLATMA UYGULAMALARININ VERİMİNİN İNCELENMESİ

Esmâ KAHRAMAN, Ahmet KILIÇ.....13-25

3- ASMA ÇELİKLERİNDE ADVENTİF KÖK OLUŞUMUNA DAİR

Cuma ARIK.....26-41

4- DEVELOPMENT OF AN OPEN-SOURCE OBJECT FLIGHT SPEED MEASURING SETUP FOR INDOOR MEASUREMENTS

Fatih AKKOYUN, Alper B. TURAN, Oğuzhan KARASU, Erturan YETİŞKİN, Mert HATİPOĞLU, Nabia KHALİD,.....42-50

5- DÜZ VE KANATÇIKLI LEVHADA KULLANILAN FAZ DEĞİŞTİREN MALZEMENİN ERİME PERFORMANSI ÜZERİNE SAYISAL OLARAK İNCELEMESİ

Fethi Ahmet ÇAKMAK.....51-58

6- Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi Yazım Kuralları.....59-60

DENİZEL EKOSİSTEM ÜZERİNE OLUMSUZ ETKİSİ OLAN BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN BİYODİZEL OLARAK GERİ KAZANIMI

Emine Erdem YÜRÜR¹, Yüksel ABALI², Burcu ÇAĞLAYAN

Accepted: 2021-06-30

DOI: 10.47118/somatbd.894337

ÖZET

Birleşik Devletler Çevre Koruma Kurumu (USEPA) tarafından belli konsantrasyonlarda birincil çevresel risk olarak kabul edilen bitkisel atık yağların arıtılmayan veya yeterince arıtılmamış olan evsel ve endüstriyel atıkların nehir sularına deşarjı veya birikmesi ile nehirlerdeki pekçok canlı yok olma tehlikesi ile karşı karşıya gelmektedir. Yağ tüketimi ortalama olarak dünyada kişi başına 15 kg yıl⁻¹ iken ülkemizde 20 kg yıl⁻¹ dir. Ülkemizde yılda yaklaşık 1.5 milyon ton kadar bitkisel yağ kullanılmakta olup bunun yaklaşık 350 bin ton kadarı atık yağ olarak açığa çıkmaktadır. Bitkisel atık yağların % 2'lik kısmı ancak toplanmakta olup son yıllarda çevre bilincinin artması ve lisanslı toplayıcılar ile bu oran ancak % 5'lere çıkarılabilmektedir. Maalesef geri kalan % 95'lik kısım ise kontrolsüz olarak çevreye bırakılmaktadır. Çoğu ülkelerde ve ülkemizde atık yağların çevreye doğrudan salınımı çevresel düzenlemeler ve ağır cezalar ile yasak hale getirilmiştir. Bu çalışmada, bitkisel atık yağların denizel ekosisteme ulaşmadan önce bertaraf edilerek değerlendirilmesi (biyodizele dönüştürülmesi) ile ilgili yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Denizel ekosistem, Bitkisel atık yağlar, Geri kazanım, Biyodizel, Kirlilik

RECYCLING OF WASTE VEGETABLE OILS THAT HAVE A NEGATIVE EFFECTS ON MARINE ECOSYSTEM AS BIODIESEL

ABSTRACT

Many livestock in rivers face the danger of extinction due to the discharge or accumulation of unrefined or insufficiently treated domestic and industrial wastes from vegetable waste oils, which are considered a primary environmental risk at certain concentrations by the United States Environmental Protection Agency (USEPA). Oil consumption is 15 kg/a year per person in the world on average, 20 kg/a year in our country. Approximately 1.5 million tons of vegetable oil is used annually in our country and approximately 350 thousand tons of which is released as waste oil. 2% of waste vegetable oils are only collected and this rate can only be increased to 5% with the increase of environmental awareness and licensed collectors in recent years. Unfortunately, the remaining 95% is left to the environment (uncontrolled). In many countries and in our country, direct release of waste

¹ Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa, Türkiye.

² Prof.,Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Manisa, Türkiye.

oils to the environment is prohibited by environmental regulations and heavy penalties. In this study, the studies on the disposal and utilization (conversion to biodiesel) of waste vegetable oils before reaching the marine ecosystem were reviewed.

Keywords: Marine ecosystem, Waste vegetable oil, Recycling, Biodiesel, Contamination

1. GİRİŞ

İnsanlığın enerji ihtiyacı artan şehirleşme ve endüstrileşmeye paralel olarak hızla artış göstermektedir. Doğal enerji kaynaklarının yetersiz kalması dolayısıyla insanoğlu yenilenemeyen fosil kaynaklar gibi alternatif kaynaklara yönelmektedir (Conceicao ve ark., 2007; Bello ve Mekanju, 2011). Giderek artan enerji ihtiyacına bulunan geçici çözümler gerek çevre kirliliği ve gerekse küresel ısınma gibi ciddi doğal felaketlere sebep olmaktadır. Bununla beraber teknoloji ve bilimsel çalışmaların ışığında kaynak rezervlerinin kısa süre sonra biteceği gerçeği insanoğlunu yeni arayışlara yöneltmiştir.

Fosil enerji kaynaklı olumsuzluklar, her geçen gün artan enerji talebinin daha sağlıklı, daha güvenilir ve kesintisiz sağlanması itibarıyla yenilenebilir enerji kaynağını gündeme taşımıştır (Encinar ve ark., 2005; Demirbaş ve ark., 2009). Yenilenebilir enerjinin çevre dostu, kendini yenileyebilme özelliği ve yüksek ilk maliyet sorununun teknolojik olarak çözüme kavuşturulabilir olması bu kaynaklara olan gerek talep ve gerekse yatırımları da beraberinde arttırmaktadır.

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyodizel yakıtlar, insanlığın eskiden beri kullandığı bir enerji kaynağı olmuştur ve petrol yakıtlarının yerini aldıkları için önemlidir (Xiaohua ve Zhenmin, 2004). Enerji üretimi amaçlı biyoyakıt kullanımının artırılması; sera gazlarının azaltılması, enerji bağımsızlığı ve hatta yeni istihdam olanakları sağlaması dolayısıyla son yıllarda popüler hale gelmiştir (Wierzbicka ve ark., 2005). Aynı zamanda ısı, güç ve kimyasal madde üretmek için fosil yakıtların yerine de kullanılabilir (Demirbaş ve Balat, 2006).

Biyoyakıtlar, konvansiyonel kaynaklardan elde edilen ve aynı zamanda atık yönetimi gerektiren yüksek kirletici materyallerdir (Nwafor, 2004). Aynı zamanda bitkisel atık yağlar da toprağa dökülürken veya kanalizasyon dahil olmak üzere çevreye salınımında çok daha fazla hasara neden olmaktadır (Sheikh, 2010). Kanalizasyon sularına karışan bitkisel atık yağlar suyun kirlilik yükünü arttırmakta, aynı zamanda boru yüzeylerine yapışarak kanal kesitinin daralarak tıkanmasına neden olmaktadır (Öztürk, 2004). Böylece atık yağların deşarjı ile kirlilik daha da geniş alanlara yayılmaktadır. Evsel atık su kirliliğinin % 25'ini bitkisel atık yağların kanalizasyon şebekesine deşarjı oluşturmaktadır (Türkay, 2007; Öztürk, 2004). Araştırmalar atık yağın 1 L'sinin 1 000 000 L suyu kullanılamaz ve 5 000 000 L suyu ise içilemez duruma getirdiğini göstermiştir (Usta, 2005).

Ekotoksik özellikleri dolayısıyla atık yağlar hem çevreyi kirletmekte hem de canlılara zarar vermektedir. Toprağa döküldüğünde ve yeraltı sularına karışarak sualtı canlı varlıklarına zarar vermekte, kanalizasyon sistemleri ve atık su arıtma tesislerinde tıkanıklıklara sebep olarak kirlilik yükünü arttırmakta, işletim ve bakım maliyetini yükseltmektedir. Bu şekilde atık yağlar tıkanıklıklara ve taşmalara neden olmaktadır. Hayvan yem katkısı olarak kullanıldığında, heterosiklik organik bileşikler olan furan (C₄H₄O) ve dioksin (C₄H₄O₂) benzeri madde içermeleri nedeniyle yasaklanmıştır (Balakumara ve ark., 2018). Ayrıca evsel

atıklarla karıştırılarak atılan atık yağlar katı atık depolama alanlarında yangın riskini arttırması dolayısıyla yasaklanmıştır.

Arıtılmayan atık sulardaki atık yağlar akarsular, nehirler, denizler ve göllerde kirliliği ve kirliliğin daha geniş alanlara yayılmasına, sudaki oksijen miktarının azalmasına ve oranda oksijen azalmasına bağlı olarak da ortamda diğer canlılar üzerinde büyük zarara neden olmaktadır. Bitkisel atık yağlar su yüzeyine yayılmakta ve böylece güneş ışığını engelleyerek sudaki oksijenin miktarının azaltarak canlı yaşamına zarar vermektedir (Roshni ve ark., 2017).

2. DENİZ KİRLİLİĞİ

Çevre kirliliğinin önemli kısmı denizel kirlenmelerdir. Çevreden (karasal, atmosferik, nehir ve göller) atılan her türlü kirleticinin denizlere ulaşması denizlerdeki kirliliği arttırmaktadır. Bu şekilde denizlere bırakılan atıklar ciddi zararlara neden olmakta ve insan dahil canlıların ölümüyle sonuçlanmaktadır (Zırhlı, 2004; Yönel, 2008). Toplumların korunması açısından deniz kirliliği bünyesinde önemli gelişmeleri bulundurmaktadır (Daşhan, 2010). Denizel kirliliğe örnek olarak 2010 yılı mayıs ayında gerçekleşen Deepwater Horizon petrol sızıntısından çıkan petrolün Ala Mobile sahiline yaklaşmasını (Şekil 1), 2018 yılında meydana gelen İngiltere sahillerindeki palmiye yağı kirliliğini (Şekil 2), aralık 2015’de Guatemala’nın Pasion Nehri kıyısındaki ölü balıkları (Şekil 3) ve haziran 2010 tarihinde de Yeni Kaledonya’da petrole batmış durumdaki pelikanı (Şekil 4) gösterebiliriz. Toplumlar üretim teknolojisi sonucu geçimlerini sağlama kaygısı ile eko-dengeyi tahrip etmekte, uzun vadede geleceğin birçok imkanını yok etmektedir. Bunun sonucu olarak denizel ortam insanlığın gelecekteki besin deposu olma özelliğini hızla kaybetmektedir.



Şekil 1. Mayıs 2010 Deepwater Horizon petrol sızıntısından çıkan petrol Ala, Mobile sahiline yaklaşıyor (<https://daily.jstor.org/the-gulf-oil-spill-5-years-later/>)

Denizel ortamda çok yaygın olan petrol ve bitkisel atık yağ kirliliği ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan bileşikler, ekosistem içerisindeki tüm organizmaları etkilemektedir. Ortamda yaşayan çeşitli canlı türlerinin bu kirliliğe karşı dayanıklılıkları da farklılık göstermektedir. Kirliliğin deniz canlıları üzerine toksik etkisi doku ve hücrelerde birikim ve fizyolojik faaliyetleri etkilemesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Clark, 1997). Denizel canlıların yanı sıra su yüzeyini paylaştıkları kuşlar da yüzeyde oluşan film tabakasından etkilenmektedir (Çevre Denetimi Raporu, 2002).

Su yüzeyini film tabakası gibi kaplayan bitkisel atık yağlar oksijen transferini önleyerek deniz içine girişine engel olmaktadır. Aynı zamanda yüzeye yayılan yağ tabakası geçirgenliği azaltarak fotosentezi de engellemektedir (Conceicao ve ark., 2007). Aynı şekilde denize dökülen petrol ve atıkları da besin zincirinin birinci basamağı olan planktondan balıklara, deniz

kuşlarından insanlara pekçok canlıyı direkt veya dolaylı etkilemektedir. Yüzeği kaplayan yağ tabakası öncelikle deniz yüzeyindeki canlıların yüzeyine yapışarak yaşamlarını direkt olarak etkiler. Fitoplankton en çok etkilenen canlı grubudur. Fitoplankton kendi kendine hareketini sağlayamadığı için petrolden kaçamaz ve dış çeperlerinin petrol ve yağ ile kaplanması sonucu yaşamsal faaliyetlerini sürdüremediği üzere yaşamı sona erer. Ayrıca yüzeye yayılan petrol ve yağ tabakası güneş ışığının diptere gitmesinin engellemesi sonucu fitoplanktonun fotosentez gerçekleştirememesi sonucu yaşamsal faaliyetleri durur.



Şekil 3. Aralık 2015’de Guatemala’nın Pasion Nehri Kıyısında Ölü Balıklar

<https://www.telesurenglish.net/analysis/Palm-Oils-Corporate-Deception-Green-Washing-a-Dirty-Industry--20151201-0020.html>

Sabit canlılar kirlenmekten kaçamazlar. Balıklar nispeten bu kirlenmeden en az etkilenen canlı grubudur. Özellikle açık deniz ve derinlerde yaşayan balıklar duyu organları aracılığıyla korunmaktadır. Ancak balıklar da petrol ve atık yağ atıklarının solungaçlara bulaşması ile solunumun durması ve yutma sonucu zehirlenmektedirler. Ayrıca sudan yoğunluğu küçük olan ve plankton gibi hareket organ eli olmayan balık yumurtaları ve larvaları ise yüzeydeki petrol ve atık yağ kirlenmesinden önemli derecede etkilenmektedir. Kirlilikten en çok etkilenen canlılardan bir diğer grup ise deniz kuşları; kıyıya yakın yerlerde yaşayanlar ördekler, pelikanlar ve martıdır.



Şekil 4. Pelikan East Grand Terre (Yeni Kaledonya)’da Petrole Batmış Durumda (Haziran 2010)

<https://ocean.si.edu/conservation/pollution/animals-and-oil-spill-what-can-you-do>

Petrol ve atık yağın tüye bulaşması ile tüy su geçirmez özelliğini kaybeder. Suyun ısı yalıtımını ve yüzmesini sağlayan hava ile yer değiştirmesi sonucu tüylerin su ile dolması sonucu kuş sulara gömülebilir ve hatta boğulabilir. Boğulma olmasa dahi ısı yalıtımı bozulduğu üzere fazla enerji kaybindan ölebilir. Kirli bölgelerden çıkarılan deniz ürünlerini

tüketmeleri sonucu okyanus veya sahil şeridinde yaşamayan insanlar dahi bu kirlilikten direkt olarak etkilenirler (Öztürk, 2004).

3. BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

1998’de ülkemizde farkedilen bitkisel atık yağ tehlikesi 2872 sayılı Çevre Kanunu’na eklenen “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” ile “Tehlikeli Atık” sınıfına dahil edilmiştir. Bu yönetmelik ile tatil köyü, moteller, oteller ve yemek yağı üretimi yapan fabrikalar ile lokanta, hazır yemek üreten işletmeler gibi atık üreticisi olarak belirlenen firmaların yönetmelik esasına uygun şekilde lisanslı atık bertaraf tesislerinde çevreye ve insan sağlığına zararın en aza indirileceği yöntemlerle atık yağlarını bertaraf etmeleri ve ettirmeleri gerekmektedir. Ancak günümüzde bu yönetmeliğin uygulanıp uygulanmadığı yeterince kontrol edilememektedir (Gezmiş ve ark. 2008; Roshni ve ark., 2017).

Yenilenebilir emisyonları ile temiz ve çevreci bir yakıt olan biyodizel kullanımı, iklim değişikliği, hava ve su kalitesindeki bozulma, çeşitli sağlık sorunları ile birlikte hızla hayata geçmiştir. Havaya ek bir CO₂ salınımı olmadığı için çevrenin korunması açısından çevre dostu olarak tanımlanan biyodizel iyi bir yakıt seçeneğidir (El-Diwani ve ark., 2009). Motorlarda kullanımı için herhangi bir modifikasyona gerek yoktur. Doğrudan veya motorine katılarak kullanılması sayesinde hidrokarbon, karbondioksit, sülfatlar olan yanma gazları ve partükül maddede önemli düşüşler meydana gelmektedir. Ayrıca istenilen oranlarda dizel yakıtlarıyla karıştırılarak kullanılabilmekte ve maliyeti düşürmek için atık yağlara ağırlık verilebilmektedir (Fidan ve Alkan, 2014).

Atık kızırtma yağlarının çevreye verdiği zararların aksine geri kazanımıyla (biyodizele dönüşümü) sağladığı faydalar geri kazanım sürecinin önemini vurgulamaktadır. İklim değişimi hakkındaki *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*’ne ilişkin *Kyoto Protokolü*’ne ülkemiz de iştirak etmiştir. Ülkeler tarafından kalkınmayı sürdürebilmek amacıyla protokoldeki Madde 3’e uygun olarak emisyon sınırlamasını yerine getirmek için kendi şartlarına uygun politika geliştirecek ve tedbirleri alacaklardır. Bunu uygulayan ülkeler atık kızırtma yağlarından biyodizel üretimi ve geri kazanımı ile suya dolaylı olarak da canlıya vereceği zararın önüne geçmekte, aynı zamanda Kyoto Protokolü’ne de uygun davranışı sağlamaktadır (Oktay ve ark., 2007). Her 1 ton biyodizel tüketimi ile karbondioksit emisyonu 3 ton azalmaktadır (Gezmiş ve ark., 2008). Bu orana göre açığa çıkan tüm atık bitkisel yağların hemen hemen tamamının biyodizele dönüşümü ile ülkemizde motorine kıyasla atmosfere salınan sera gazı karbondioksit miktarı 900 bin ton daha azalabilecektir (Firoz, 2017).

Petrol dizeline oranla biyodizel kullanımı emisyonları azaltıp zararlı egzoz yayılımını önemli oranda düşürmektedir. Ayrıca kanserojen etkili klorlu organik bileşenlerin egzozdan atmosfere yayılımını önleyerek egzozdan motorine kıyasla kirlenici atılımı % 75 oranında engellenmektedir (Utlu, 2005). Yakıtların içinde bulunan sülfür yanma sonucu havadaki nem ile birleşerek asit yağmurlarına sebep olmaktadır. Biyodizelin yapısında sülfür bulunmadığı için egzozdan motorindeki gibi kükürt dioksit gazı atılmamaktadır. Yağların bir türevidir olarak biyodizel metabolizmaya herhangi bir zararı olmadığı üzere tehlike arz etmemektedir. Fareler üzerinde yapılan bir araştırmada 2000 mg’a kadar alınan biyodizelin her 1 kg vücut ağırlığı için herhangi bir hasara yol açmadığı ispat edilmiştir (Oktay ve ark., 2007). Biyodizelin diğer bir olumlu yönü ise biyolojik olarak bozunabilirliğinin yüksek olmasıdır. Dolayısıyla

herhangi bir şekilde nehir veya göllere karışmasında sucul canlılara zarar vermeyeceği açıktır. Ayrıca kozmetik ve ilaç sanayi gibi birçok alanda kullanılan gliserin, biyodizel üretilirken yan ürün olarak oluşmaktadır (Alptekin ve Çanakçı, 2006). Bu şekilde biyodizel motorun daha sessiz çalışmasını sağlayarak gürültü kirliliğini de engellemektedir. Biyodizelin parlama noktasının daha yüksek olması, bu durumun yanmaya doğrudan etki etmemesine rağmen, biyodizeli depolanması ve taşınabilirliği açısından daha güvenilir hale getirmektedir (Alptekin ve Çanakçı, 2006).

Ülkemizin yaklaşık 950 bin ton likit, 550 bin ton margarin, 200 bin ton yem, boya ve sabun sanayi olmak üzere 1 500 000 ton bitkisel yağ tüketimi vardır. Bitkisel yağların kullanımıyla birlikte yaklaşık 350 000 ton atık yağın çıktığı tahmin edilmektedir (Keskin, 2005). Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 'Bitkisel Atık Yağların Kontrolü' yönetmeliği ile atık yağın kapsamını şu şekilde belirlemiştir: (Çevre Denetimi Raporu, 2002; Reşitoğlu, 2010)

- Soap-stock,
- Tank dibi tortu,
- Yağlı topraklar,
- Atık kızartmalık yağlar,
- Çeşitli tesislerde yağ tutucularında biriken yağlar,
- Süresi geçmiş bitkisel yağlar.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca 6 Haziran 2015 tarihinde yayımlanan Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, konuyla ilgili olarak "*Büyükşehir belediyeleri, büyükşehir ilçe belediyeleri, il, ilçe ve belde belediyeleri; yetki sahasında bulunan bitkisel atık yağ üreticilerini denetleyerek bitkisel atık yağların kanalizasyonlara dökülmesini önlemekle görevli ve yetkilidir*" denilmektedir. Belediyeler kendileri veya bakanlıkça yetkilendirilmiş toplayıcı kuruluşlarla protokoller oluşturarak hizmet satın alımı yolu ile bazen de şehrin belirli yerlerine bitkisel atık yağ toplama aparatları koymak suretiyle bu problemi çözmeye çalışmaktadırlar.

Atık bitkisel yağların toplanarak biyodizele dönüştürülmesi bu yağların çevreye verdikleri zararı önleyerek aynı zamanda atıktan oluşan bir enerji kaynağını da aktif hale getirecektir. Ayrıca atık yağlardan üretilen biyodizelin ham yağlardan üretilen biyodizele oranla maliyetinin çok daha düşük olması atık bitkisel yağlardan biyodizel üretimine dikkatleri çekmektedir (Alptekin ve Çanakçı, 2006). Bu uygulamaların hayata geçmesi ve yaygınlaşması ile atık yağların yasa dışı kullanımı ve deşarjı engellenecek ve çevrenin korunmasına da katkı sağlanacaktır. Biyodizelin en önemli avantajı çevre dostu olmasıdır. Doğada 21 gün gibi çok kısa süre içinde % 99.6'ya varan oranlarda biyolojik olarak parçalanmaktadır (Keskin, 2005).

Sekmen ve Şen (2016) yaptıkları çalışmada, karışımda biyodizel oranı arttıkça dizel yakıtı göre özgül yakıt tüketiminde % 5-12 oranında artma, motor momentinde ise % 2-6 oranında azalma olduğunu; emisyon testlerinde ise CO, HC ve is emisyonlarında azalma, NO_x emisyonlarında ise artış olduğunu göstermişlerdir. Boz (2015) kanola yağından metil esterini üretimini araştırdığı çalışmasında % 5 K₂CO₃ CaO⁻¹ kalsine edilmeyen katalizör varlığında 333 K, 15/1 metanol yağ⁻¹ mol oranında, % 97 metil ester verimi elde etmiştir. Kiani (2014) kanola yağında labsa ilavesinin biyodizelin bulutlanma noktasını 2 ila 3°C azalttığını; teksafonun ise bulutlanma ve akma noktalarında önemli bir değişikliğe yol

açmadığını tesbit etmiştir. İşler (2012) aspir yağı ile yaptığı çalışmada transesterifikasyon reaksiyonu için uygun şartları yağ/alkol mol oranını: 1/7; reaksiyon süresini 10 dakika; katalizör miktarını yağın ağırlıkça % 1'i oranında NaOH ve sıcaklığı ise 70 °C olarak belirlemiştir. Önder (2011) kızartmalık yağların kullanım süreleri ile ilgili çalışmasında derin yağda kızartma işleminde adsorban kullanımının kızartmalık yağların kullanım sürelerini arttırdığını tespit etmiştir. Abalı ve ark. (2009) Türk kahvesi telvesi ve son kullanım tarihi geçen mayonez ile yaptıkları çalışmalarla standartlar dahilinde biyodizel üretmişlerdir. Duman (2008) ise, yaptığı çalışmada, 180°C'de kızartmalık yağların Türk Gıda Kodeksi'nin maximum 0.6 (% oleik asit cinsinden) olarak belirlediği serbest asitlik derecesine 8. kızartmada ulaştığını, ancak yağın acılaşmaya başladığı serbest yağ asitliği 0.3 değerine ise 3. kızartmada ulaştığını rapor etmiştir. Peroksit sayısı açısından Türk Gıda Kodeksi'nin belirlediği maximum 10 meq kg⁻¹ değerine 6. kızartmada ulaşırken peroksit değeri açısından yağda hidroperoksitlerin oluşmaya başladığı 5 meq kg⁻¹ değerine 3. kızartmada ulaşıldığını tesbit etmiştir.

Yıldız (2008) çalışmasında, atık yağdan çift kademeli asit baz reaksiyonu ile elde edilen magnezol ve iyon değiştirici reçine kullanılarak saflaştırılan biyodizelin TS EN 14214 standartlarına uygunluk gösterdiğini tespit etmiştir. Çıldır ve Çanakçı (2006) ayçiçeği mısır ve kozla yağdan biyodizel üretmiş ve bazı özelliklerini incelemişlerdir. Yaman (2005) restoran atık yağlarından biyodizel üretimi için yaptığı çalışmasında % 3 asit katalizörü ve 35:1 molar alkol oranı ile % 97'lik bir dönüşüm elde etmiştir. Çanakçı ve Gerpen (2001) atık palmye yağı ile ham kanola yağından elde edilmiş biyodizel örneklerinin karşılaştırdığı çalışmada, her iki biyodizelin kimyasal ve fiziksel açıdan özelliklerinin birbirine çok yakın çıktığını, atık yağdan üretilen biyodizelin kanola yağından üretilen biyodizele göre avantajları ve dezavantajlarının olduğunu tespit etmişlerdir. Supple ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada buharla muamele edilen ham atık yağ bir seri elekten geçirildikten sonra ince katı partükülleri içeren su fazının çökmesi ile yağdan ayrıldığı gösterilmiştir. Zi-Zhea ve ark. (2017) kanatlı gübresinden, Karmee (2016) gıda atıklarından, Roshni ve ark. (2017) yenilebilir olmayan yağlı tohumlardan, Kafuku ve ark. (2010) ise *Moringa oleifera* bitkisinin yağından biyodizel üretmişlerdir. Phan ve Phan (2008) yaptıkları çalışmada biyodizelin geleneksel dizele göre ağırlıkça % 4 oranında karbon içerdiğini ve hacimce % 30'un altında olmak koşuluyla normal motorlarda kullanılabilceğini göstermişlerdir. Zhang ve ark. (2003) ise çalışmalarında atık bitkisel yağ kullanımının biyodizel hammadde maliyetini düşürdüğünü, asitle katalizlenen işlemin alkali ile katalizlenen işleme göre daha karmaşık ancak teknik olarak daha hızlı biyodizel üretimini sağladığını ispat etmişlerdir.

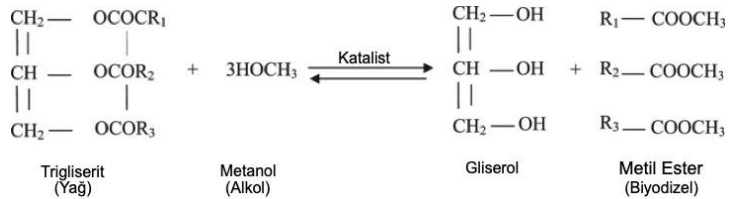
3.1. Biyodizel Üretimi

Biyodizel üretimi biyokütleden piroliz, gazlaştırma, sıvılaştırma ve akışkan ekstraksiyonu gibi biyokimyasal süreçler ile termokimyasal işlemlerle yapılır. Biyodizel, üretimi esnasında herhangi bir atık çıkarmaması avantajı oldukça dikkate değerdir.

Biyodizel üretiminin kullanılan yağ ve katalizörüne göre seçilebilecek pek çok üretim metodları olması ile birlikte yaygın kullanılan transesterifikasyondur. Transesterifikasyon; yağın (bitkisel yağlar, evsel atık yağlar, hayvansal yağlar) bazik bir katalizör ile ve alkol (metanol, etanol vb.) ile esterleşmesidir. Metanol fazlası dönüşüm verimin arttırmak üzere üretimde kullanılmaktadır. Reaksiyonda sırasıyla mono ve digliseridler oluşurken, yağ asitlerinin metil esterleri (YAME) son ürün ve gliserin ise yan ürün olarak meydana gelmektedir. Biyodizelde % 70-95 gibi büyük bir kısmının bitkisel veya hayvansal yağların

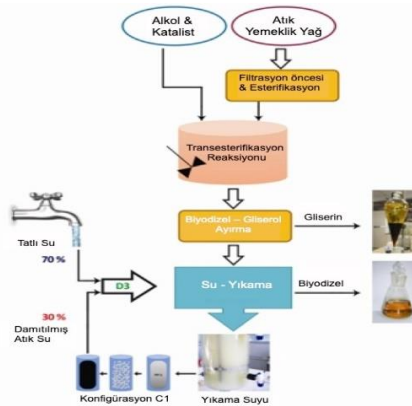
hammadde olarak kullanılması dolayısıyla üretim maliyeti yüksektir (Tunç, 2009). Transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretimi reaksiyonu Şekil 5’de verilmiş olup bu yöntem ile üretim basamakları aşağıdaki gibidir:

1. Katalizör (sodyum hidroksit, potasyum hidroksit) alkol içerisinde çözülür ki buna metoksit çözeltisi denir.
2. Metoksit çözeltisine (Alkol/katalizör karışımına) yağ ilave edilir ve reaksiyon gerçekleştirilir.
3. Reaksiyon tamamlandıktan sonra yoğun olan gliserin fazı alt kısımda ve yağ asidi metil esteri (biyodizel) fazı ise üst kısımda kalarak kolaylıkla bu iki faz birbirinden ayrılır.
4. Alkol uzaklaştırılması; İki faz ayrıldıktan sonra her bir fazdaki fazla alkolün geri kazanımı ve tekrar kullanımı distilasyon kolonu ile gerçekleştirilir.
5. Gliserinin saflaştırılması; gliserinin kozmetik ve ilaç sektörü için distilleme işlemi % 99 veya daha yüksek saflığa kadar devam eder.
6. Metil ester yıkama işlemi; katalizör ve sabunları uzaklaştırmak amacıyla gliserin uzaklaştırıldıktan sonra sulu ya da reçine vb bir sistemle kuru yıkama yöntemi ile biyodizel üretimi tamamlanmış olur.



Şekil 5. Transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel (metil ester) üretim reaksiyonu (Degfie ve ark., 2019)

Alkoliz olarak da adlandırılabilen transesterifikasyonun yağ üzerine en büyük etkisi, trigliseridlerin viskozitesinin azalmasıdır (FangruiMaa ve ark., 1999). Biyodizel üretimi yapan farklı ülkelerde farklı standartlar kullanmasına karşın Türkiye’de üretilen biyodizel TS EN 14214 standardına uygun olarak hazırlanmaktadır. Biyodizel üretim süreci ve biyodizel yıkama suyunun yeniden kullanımı ise Şekil 6’da şematize edilmiştir.



Şekil 6. Biyodizel üretim sürecinin genel şeması ve biyodizel yıkama suyunun yeniden kullanımı

(Jaber ve ark., 2015)

4. SONUÇ

Atık yağlardan biyodizel üretiminde ilk karşılaşılan sorun serbest yağ asidi değerinin ham yağdan engel teşkil edecek oranda yüksek olmasıdır. Bu problemin dışında polar madde, sabunlaşmayan madde, yüksek nem değeri gibi parametreler transesterifikasyon reaksiyonu öncesinde uygulamalar gerektirmektedir.

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği'nin 19.04.2005 tarihinde yürürlüğe girmesiyle birlikte 2005 yılında kayıt altına alınan rafinerilerden (soap-stock, tank dibi tortu ve yağlı toprak) ve mutfaklardan kaynaklanan (kullanılmış kızartmalık yağ) bitkisel atık yağ toplam miktarı 65 120 tondan 2009 yılı sonu itibariyle 93 692 tona ulaşmıştır. Türkiye'de yaklaşık 1 milyon 500 bin ton civarında bitkisel yağ üretimi yapılmaktadır. Bu miktarın yaklaşık 350 bin tonunu bitkisel atık yağ oluşturmaktadır. 2007 rakamlarıyla Çevre ve Orman Bakanlığı'na bildirilen kayıtlı bitkisel atık yağ miktarı ise sadece 2 500 tondur. Bu rakam, hedeflenen veya çıkan bitkisel atık yağların %1'i dahi değildir. Atık yağlarını döken bir restorana 60 litrelik bir bitkisel atık yağ toplama bidonu verildiğinde 15 gün içinde bu bidon dolmaktadır.

Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre minimum 150 000, maksimum 350 000 ton olması gereken tehlikeli atık sınıfına alınmış olan kullanılmış kızartmalık yağların günümüzde ancak % 1'i toplanabilmekte olup; % 99'u ya tekrar gıdaya, yem sanayisine, kozmetik sanayisine, kanalizasyona ya da toprağa gittiği tahmin edilmektedir. Bundan dolayı ülkemiz için, sağlığımız için, çevremiz için herkesin, her kurumun ve kuruluşun sorumluluk projesinde yer alması gerekmektedir. Ulusal atık politikasınca bu atıkların kaynaktan azaltımı, mümkün olabildiğince geri kazanımı, ancak teknolojik ve ekonomik olarak geri kazanımı mümkün olmayan atıkların ise tamamen bertarafı yapılmalıdır.

Her türlü önleyici tedbirler Çevre Bakanlığı, Çevre Politikaları Tespit ve Koordinasyon Birimi, Denizcilik Müsteşarlığı tarafından alınmalı; Sahil Güvenlik, Mülki İdare ve Büyükşehir Belediye'leri kirleticileri izleyerek ağır cezai yaptırımları getirmeli ve uygulamalıdır. Türkiye'de bitkisel atık yağların geri kazanım oranının artırılabilmesi için; kızartma yağlarının kullanımdan çekilme sürecini anında belirleyen hızlı test yöntemleri geliştirilmeli, kontrol ve denetimler daha çok yapılmalı, halk ve atık üreticileri bilgilendirilmeli, toplama ve geri kazanım teşvik edilmeli ve yerel yönetimlerin daha aktif olması sağlanmalıdır.

5. KAYNAKLAR

1. Abalı, Y., Gümüş, R., Vatansver, S., Ersöz, N., 2009, kır Türk Kahvesi Telvesinden Biyodizel Üretimi. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.
2. Alptekin, E., Çanakçı, M., 2006, Biyodizel ve Türkiye'deki Durumu, Mühendislik ve Makina, 47 (561), 57-64.
3. Balakumara, R., Sriram, G., Arumugam, S., 2018, Effect of Lubricant Contaminated with Waste Ayurvedic Oil Biodiesel on Tribological Behavior of Cylinder Liner-Piston Ring Tribo Pair Material, Materials Today Proceedings, 5 (2), 13220–13226.
4. Bello, E.I., Makanju, A., 2011, Production, Characterization and Evaluation of Castor Oil Biodiesel as Alternative Fuel for Diesel Engines, A Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS), 2 (3), 525-530.
5. Boz, N., 2015, Kanola Yağından Metil Ester Üretimi İçin Kalsiyum Oksit Destekli Heterojen Katalizör Tasarımı, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30 (4), 641-648.
6. Clark, R.B., 1997, Marine Pollution. Clerandon Oxford Pres Forth Edition, Oxford-England.
7. Conceicao, M.M., Candeia, R.A, Silva, F.C., Bezerra, A.F., Fernandes, V.J., Souza, A.G., 2007, Thermochemical Characterization of Castor Oil Biodiesel, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11 (5), 964-975.
8. Çanakçı, M., Gerpen, V.J., 2001, Biodiesel Production From Oil and Fats With High Free Fatty Acids, Transactions of The ASAE, 44 (6), 1429-1436.
9. Çevre Denetimi Raporu, 2002, Gemilerin Denizleri ve Limanları Kirlenmesini Önleme ve Kirlilikle Mücadele, Sayıştay Dergisi, 44-45.
10. Çıldır, O., Çanakçı, M., 2006, Çeşitli Bitkisel Yağlardan Biyodizel Üretiminde Katalizör ve Alkol Miktarının Yakıt Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21 (2), 367-372.
11. Daşhan, E.S., 2010, Gemi Kaynaklı Atıkların Yönetimi ve Bertarafı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
12. Degfie, T.A., Mamo, T.T., Mekonnen, S.Y., 2019. Optimized Biodiesel Production From Waste Cooking Oil (WCO) Using Calcium Oxide (CaO) Nanocatalyst. Scientific Reports, 9, 18982. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55403-4.html> (Erişim Tarihi: 21.04.2019).
14. Demirbas, M.F., Balat, M., 2006, Recent Advances on the Production and Utilization Trends of Bio-Fuels: A Global Perspective, Energy Conversion and Management, 47, 2371–2381.
15. Demirbas, M.F., Balat, M., Balat, H., 2009, Potential Contribution of Biomass to the Sustainable Energy Development, Energy Conversion and Management, 50, 1746–1760.
16. Duman, E., 2008, Afyonkarahisar İli'nde Yemek Sektöründe Kullanılan Kızartmalık Yağların Kullanılabilirlik Düzeylerinin Sağlık Üzerine Etkileri ve Kullanılan Bu Yağların Ekonomiye Kazandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyonocatepe Üniversitesi, Afyon.
17. El-Diwani, G., Attia, N.K., Hawash, S.I., 2009, Development and Evaluation of Biodiesel Fuel and By-Products From Jatropha Oil, International Journal of Environmental Science and Technology, 6, 219–224.

18. Encinar, J.M., Gonzalez, J.F., Rodriquez-Reinares, A., 2005, Biodiesel from Used Frying Oil Variables Affecting the Yields and Characteristics of the Biodiesel, Industrial and Engineering Chemistry Research, 44, 5491-5499.
19. Fangrui, Ma., Hanna, M.A., 1999, Biodiesel Production: a Review, Bioresource Technology, 70: 1-15
20. Fidan, M.S., Alkan, E., 2014, Bitkisel Hammaddelerden Elde Edilen Biyodizelin Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Kullanılması, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 4 (2), 144-160.
21. Firoz, S., 2017, A review: Advantages and Disadvantages of Biodiesel, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 04(11), 530-535.
22. Gezmis, C.T., Oktay, Y., Sahiner, E.B., 2008, Gizli Tehlike Atık Yağlar, Üniversite Öğrencileri III. Çevre Sorunları Kongre Kitabı, İstanbul.
23. <https://daily.jstor.org/the-gulf-oil-spill-5-years-later/> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2015))
24. <https://www.telesurenglish.net/analysis/Palm-Oils-Corporate-Deception-Green-Washing-a-Dirty-Industry--20151201-0020.html> (Erişim Tarihi: 1 Aralık 2015)
23. <https://ocean.si.edu/conservation/pollution/animals-and-oil-spill-what-can-you-do> (Erişim Tarihi: 3 Haziran 2010)
24. İşler, A., 2012, Aspir Yağı Etil Esteri ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
25. Jaber, R., Shirazi, M.M.A., Toufaily, J., Hamieh, A.T., Noureddin, A., Ghanavati, H., Ghaffari, A., Zenouzi, A., Karout, A., Ismail, A.F., Tabatabaei, M., 2015, Biodiesel Wash-Water Reuse Using Microfiltration: Toward Zero-Discharge Strategy For Cleaner And Economized Biodiesel Production, Biofuel Research Journal, 5, 148-151.
26. Kafuku, G., Lam, M.K., Kandedo, J., Lee, K.T., Mbarawa, M., 2010, Heterogeneous Catalyzed Biodiesel Production From *Moringa oleifera* oil, Fuel Processing Technology, 91, 1525–1529.
27. Karmee, S.K., 2016, Liquid Biofuels From Food Waste: Current Trends, Prospect and Limitation, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 53, 945-953.
28. Keskin, A., 2005, Tall Yağı Esaslı Biyodizel ve Yakıt Katkı Maddesi Üretimi ve Bunların Dizel Motor Performansı Üzerindeki Etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
29. Kiani, S., 2014, Bitkisel Yağlardan Biyodizel Üretimde Yüzey Aktif Maddelerin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
30. Maa, F., Hannab, M.A., 1999, Biodiesel Production a Review. Bioresource Technology, 70, 1-15.
31. Nwafor, OMI., 2004, Emission Characteristics of Diesel Engine Operating on Rapeseed Methyl Ester, Renewable Energy, 29, 119–29.
32. Oktay, Z.D., Bali, V., Tekin, O., 2007, Atık Yağ Toplama Projesi, Üniversite Öğrencileri 2. Çevre Sorunları Kongresi, İstanbul.
33. Önder, Ö., 2011, Derin Yağda Kızartma İşleminde Adsorbant Kullanımının Kızartmalık Yağların Kullanım Süreleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
34. Öztürk, M., 2004, Kullanılmış Bitkisel ve Hayvansal Yağlar. Çevre ve Orman Bakanlığı, www.cevreorman.gov.tr.html (Erişim Tarihi: 17.09.2012).
35. Phan, A.N., Phan, T.M., 2008. Biodiesel Production From Waste Cooking Oil, Fuel, 87 (17-18), 3490-3496.
36. Reşitoğlu, İ.A., 2010, Atık Yağlardan Üretilmiş Biyodizelden Dizel Motor Performans Ve Emisyonuna Etkisinin Deneysel Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.

37. Roshni, R., Asif, S., Ahmad, M., Zafar, M., Ali, N., 2017, Prospects and Potential of Fatty Acid Methyl Esters of Some Non-Edible Seed Oils for Use as Biodiesel in Pakistan, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 687-702.
38. Sekmen, Y., Şen S.S., 2016, Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Yağından Biyodizel Üretimi ve Dizel Motor Performans ve Emisyonlarına Etkisi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31 (1), 19-27.
39. Sheikh, M.A., 2010, Energy and Renewable Energy Scenario of Pakistan, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 354–363.
40. Supple, B., Howard-Hildige, R., Gonzalez-Gomez, E., Leahy, J.J., 2002, The Effect of Steam Treating Waste Cooking Oil on the Yield of Methyl Ester, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 79, 175-178.
41. Tunç, F.M., 2009, Atık Yağlardan Metanol Ekstraksiyonu ile Serbest Yağ Asitlerinin Giderilmesinde Elde Edilen Ekstrakt Fazından Metanol Geri Kazanımı İçin Alternatif Proses Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
42. Türkay, S., 2007, Enerji Güvenliği, Enerji Tarımı, Küresel Isınma Açısından Biyoyakıtlar, Atık Yağlar ve Biyodizel Üretim Potansiyeli Sempozyumu, Ankara.
43. Usta, N., 2005, Use of Tobacco Seed Oil Methyl Ester in a Turbocharged Indirect Injection Diesel Engine, *Biomass and Bioenergy*, 28, 77-86.
44. Utlu, Z., 2005, Biyodizel Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Atık Kızartma Yağlarının Değerlendirilmesi, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Mersin.
45. Wierzbicka, A., Lillieblad, L., Pagelsa, J., Strand, M., Gudmundsson, A., Gharibi, A., Swietlickic, E., Sanatib, M., Bohgarda, M., 2005, A Particle Emissions From District Heating Units Operating On Three Commonly Used Biofuels, *Atmospheric Environment*, 39, 139–50.
46. Xiaohua, W., Zhenmin, F., 2004, Biofuel Use and Its Emission of Noxious Gases in Rural China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8, 183–92.
47. Yaman, G., 2005, Restaurant Atık Yağlarından Biyodizel Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
48. Yıldız, M., 2008, Atık Yağlardan Biyodizel Üretimi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
49. Yönsel, F., 2008, Deniz Ulaşımı ve Deniz Kirliliği, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi, İstanbul.
50. Zhang, Y., Dube, M.A., McLean, D.D., Kates, M., 2003, Biodiesel Production From Waste Cooking Oil:1. Process Design And Technological Assessment, *Bioresource Technology*, 89, 1–16.
51. Zırhlı, Ö., 2004, İstanbul'u Çevreleyen Denizlerde Gemi Kaynaklı Eysel Atıksu ve Sintine Suyu Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
52. Zi-Zhea, C., De-Poa, Y., Sheng-Qinga, W., Yongb. W., Reaneyc. M.J.T., Zhi-Mina, Z., Long-Pinga, Z., Guob, S., Yia, N., Donga, Z., Hui-Rand, N., Wen-Zhee, Y., 2017, Conversion of Poultry Manure to Biodiesel, a Practical Method of Producing Fatty Acid Methyl Esters Via Housefly (*Musca domestica* L.), *Larval Lipid. Fuel*, 210, 463-471.

SODA SANAYİ KARADİKEN KALKER OCAĞINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN PATLATMA UYGULAMALARININ VERİMİNİN İNCELENMESİ

Esma KAHRAMAN¹, Ahmet KILIÇ²

Accepted: 2021-06-30
DOI: 10.47118/somatbd.890937

ÖZET

Madencilik işlerinin en temel işlem aşamalarından biri olan patlatma etkinliği, patlatma sonrası taşıma, kırma ve eleme gibi diğer işlemleri de etkiler. Bu nedenle, operasyon boyunca tatmin edici sonuçlar elde etmek için patlatma işleminin geniş bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Bu çalışmada; Soda sanayi Karadiken kalker ocağının patlatma verimi WipFrag yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Patlatma öncesi aynadan alınan görüntüler analiz edilerek yerinde blok boyut dağılımı ve patlatma sonrası yığın görüntüleri analiz edilerek parça boyut dağılımları belirlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulgular; sahada yapılan patlatmaların parçalanma oranlarının oldukça yüksek, yığından elde edilen malzeme boyutunun ise istenilen aralıkta olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Patlatma, WipFrag, görüntü işleme, verim.

INVESTIGATION OF EFFICIENCY OF BLASTING APPLICATIONS IN OF SODA INDUSTRY KARADİKEN LIMESTONE OPENCAST

ABSTRACT

The efficiency of blasting, which is one of the most basic stages of mining process, affects post-blast processes such as transportation, crushing and sieving. Therefore, the blasting process analysed extensively to obtain satisfactory results during the operation. In this study, the blasting efficiency of the soda industry Karadiken limestone quarry was assessed using WipFrag software. Partial size distributions were determined by analysing the pre-blast images taken from the surface and the post-blast in situ block size distribution and the batch images. Results of the study showed that the disintegration rates of explosions in the field are quite high and the material size obtained from the heap is inside the required range.

Keywords: Blasting, WipFrag, image processing, efficiency.

1. GİRİŞ

Madencilik faaliyetlerinin en temel işlemlerinden biri patlatma uygulamalarıdır. Patlatma uygulamalarının verimi patlatma sonrası nakliye, kırma ve eleme gibi diğer prosesleri de etkilemektedir. Bu durumda patlatmanın verimli olup olmadığını değerlendirmek ekonomik

¹ Arş., Gör., Dr., Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği, Adana, Türkiye.

² Prof., Dr., Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği, Adana, Türkiye.

açıdan oldukça önemlidir [1]. Patlatma verimliliğini değerlendiren çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemler;

- Görsel-Gözlemsel Yöntemler,
- Fotoğraflama Tekniği,
- Geleneksel ve Yüksek Hızlı Fotogrametri
- Patar Sayımı Yöntemi,
- İkincil Atımlarda Patlayıcı Tüketimi
- Ekskavatörün Yükleme Performansı,
- Elek Analizi,
- Üç Nokta Yöntemi
- Görüntü İşleme Metodu'dur.

En doğru parça boyut dağılımının belirlenmesi ancak tüm yığının elek analizine tabi tutulması ile mümkün olabilmektedir. Üretim ölçeğinde bir patlatma sonrası elde edilen yığının parça boyut dağılımının elek analizine tabi tutularak belirlenmesi pratikte uygulanması zor bir yöntemdir [1]. Patlatma sonrası parça boyut dağılımı ile verimi belirlemede standart elek analizi yöntemi zaman alıcı, maliyetli ve çok fazla iş gücü gerektirmektedir. Gelişen teknolojinin ortaya çıkardığı görüntü işleme programları kolay ve hızlı bir şekilde parça boyut dağılımını belirlenebilmekte ve parçalanmanın verimini değerlendirebilmemizi sağlamaktadır. Patlatma sırasında kaya kütlelerinin davranışının belirlenmesinde süreksizlik sıklığı, yönelimi ve kayacın yerinde blok boyutu büyük önem arz eder. Görüntü işleme programları kayaç yüzeyindeki doğal çatlak ve süreksizlik düzlemlerini belirlemede ve patlama yapılacak aynanın yerinde blok boyut analizini yapılabilmektedir. Patlatma öncesi yerinde blok boyut dağılımı ile patlatma sonrası parça boyut dağılımını karşılaştırılarak boyut küçültme oranları da belirlenebilmektedir. Pek çok görüntü işleme yazılımı olmakla birlikte en yaygın kullanılanları Split Desktop, Goldsize ve WipFrag'dır [2].

Patlatma verimliliği pek çok araştırmacı tarafından görüntü işleme analizi ile farklı yazılımlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Siddiqui ve ark. [3] yaptıkları çalışmada patlatma sonrası verimliliği değerlendirmek ve diğer operasyon maliyetlerini azaltmak için Split Desktop yazılımını kullanarak parça boyut dağılımlarını belirlemiş ve çalışmalarındaki atımların verimliliğini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda ikincil kırma maliyetini azaltmak için patlatmanın kapsamlı olarak değerlendirilmesi gerektiğini önermişlerdir.

Özdemir [4] yaptığı çalışmada, Split-Desktop dijital görüntü işleme yazılımı kullanılarak ETİ Bor Emet İşletme Müdürlüğü'ne ait kolemanit açık ocak işletmesinde parça boyut dağılımını saptayarak, patlatma verimlilik analizi yapılmıştır. Hüdaverdi [5] doktora tezi kapsamında; İstanbul Cendere Bölgesi'ndeki üç komşu taş ocağında arazi ölçümleri gerçekleştirmiştir. Arazide patlatma sonrası parça boyut dağılımını belirlemek ve patlatma verimini incelemek için WipFrag yazılımını kullanmıştır. Analizleri sırasında görüntü işleme yazılımlarının patlatma verimini değerlendirme konusunda çok faydalı görmüştür.

Kalaycı [6] yaptığı yüksek lisans tezinde; İstanbul Çatalca Bölgesi Akyol taşocağı, Cebeci Bölgesi Haktaş taşocağı ve Cendere Bölgesi Akdağlar taş ocağındaki atımları inceleyerek patlatma sonucu harcanan faydalı enerji ile patlatma verimi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Patlatma verimini belirlerken görüntü işleme yazılımı olan Split-Desktop yazılımını kullanmıştır. İzlenen atımlarda genel olarak parçalanmaya harcanan enerji kademesinin Haktaş taşocağında yapılan atım hariç çok düşük seviyelerde olduğu, buna karşın

sismik enerjiye harcanan enerji kademesinin çok daha yüksek değerlerde olduğunu belirlemiştir.

Elahi ve Hosseini [7]; Abyek Çimento fabrikasına ait kireçtaşı hammadde ocağındaki patlatmaları inceleyerek, görüntü işleme analizi ile parça boyut dağılımını belirlemiştir. Parçalanma miktarını belirlemek için Split Desktop yazılımını kullanmışlardır. Yazılımının çıktılarını Kuz-Ram modeli sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Split Desktop'daki dijital görüntü işleme sonuçları ile Kuz-Ram modelinin sonuçları arasındaki benzerlik olduğunu göstermişlerdir.

Bu çalışma kapsamında; Soda Sanayi A. Ş.'nin Karadiken hammadde sahasında uygulanan toplam 34 atım izlenmiştir. Patlatma öncesi aynanın yerinde blok boyutu analizi ve patlatma sonrası yığının parça boyut dağılımı WipFrag yazılımı ile belirlenmiştir. Yığın ile aynanın parça boyut dağılımları kıyaslanarak patlatma verimi incelenmiştir. Ayrıca sahada yapılan patlatmalar sonunda elde edilen ürünün patar oranları belirlenmiş ve patlatma verimliliği açısından değerlendirilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Sahası Hakkında Bilgiler

Çalışma kapsamında Şişecam Kimyasallar grubu kuruluşu Soda Sanayii A.Ş. için soda üretiminde kullanılan ana hammaddeyi sağlayan Karadiken kalker ocağı seçilmiştir.

2.1.1. Çalışma Sahasının Konumu

Çalışma sahası Mersin İli, Tarsus İlçesi, Huzurkent Yerleşkesi, Karadiken Köyü Mevkiindedir (Şekil 1).

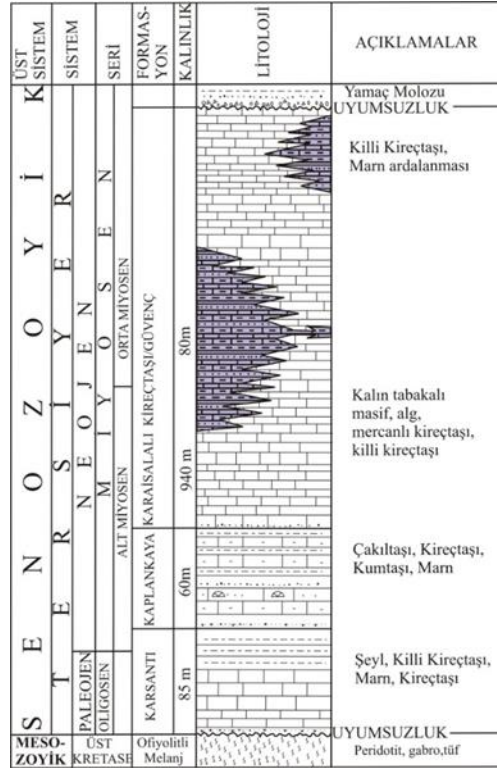


Şekil 1. Soda Sanayi Karadiken Hammadde Sahası

Mersin iline kuzeydoğu yönünde 30 km uzaklıkta bulunan Karadiken köyünün 1,5 km kuzeyinde yer almaktadır. Kalker ocağı İ.R. 7902 Ruhsat numası ile 329,3525 hektarlık alanda faaliyet göstermektedir. Faaliyet alanında ocak içi yollar mevcuttur. Ulaşım için asfalt kaplama karayolu kullanılmaktadır.

2.2.2. Bölgesel Jeoloji

Torosların Çukurova'ya bakan eteğinde Paleozoik ve Mesozoik yaşlı kayaların oluşturduğu altı ayrı tektonostratigrafik birliğin yığılmasından meydana gelmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Soda Sanayi Karadiken Hammadde Sahası Civarının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti [8]

Toros dağları, stratigrafik ve kaya özellikleri bakımından birbirinden farklı havza koşullarında çökelmiş kayaç topluluklarının Alp Orojenezi sırasında tektonik olarak birbirleri üzerine yığılmasıyla oluşmuştur. Toros dağları, stratigrafik ve kaya özellikleri açısından birbirinden farklı havza koşullarında çökelmiş kayaç topluluklarının Alp Orojenezi sırasında tektonik olarak birbirleri üzerine yığılmasıyla oluşmuştur. “Birlik” olarak da tanımlanan bu topluluklardan biri (Geyik Dağı Birliği) hariç diğer beşi (Aladağ, Alanya, Antalya, Bolkarlar ve Bozkır Birlikleri) allohton olarak mevcut yerlerine yerleşmişlerdir [8].

2.2.2. Çalışma Sahası Jeolojisi

Çalışma sahası Orta Miyosen yaşlı kireçtaşı hakimdir. Karaisalı Formasyonu olarak adlandırılan bu kireçtaşlarının altında yine Orta Miyosen yaşlı, çakıltaşı-kumtaşı birimlerinden oluşan Gildirli formasyonu; kiltası-marn kompozisyonuna sahip Kuzgun Formasyonu yer

almaktadır. Sahanın kuzeybatı bölümlerinde Üst Kretase Karbonat çökelleri ile Mesozoik Ofiyolit Flişi kayalar Torosları oluşturan Birlik kayalarına mensup temel kayalarıdır [8].

2.3. WipFrag Görüntü İşleme Yazılımı

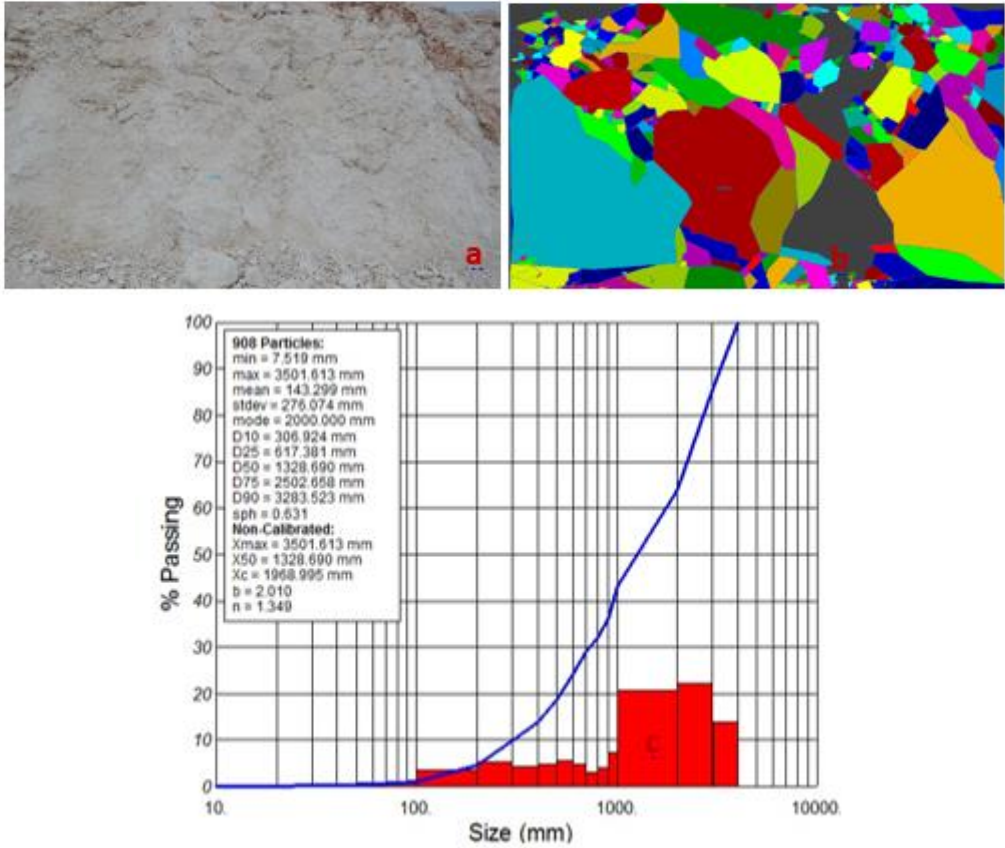
Günümüzde patlatma ve kırma işlemlerinden sonra parçalanmanın değerlendirilmesinde en etkin yöntem kayaç yığınlarından dijital görüntüler elde edilmesi ve bu görüntülerin dijital görüntü işleme teknikleri kullanılarak işlenmesidir. Patlatma sonrası parçalanmanın kontrolü ve oluşan yığın parça boyut dağılımının belirlenmesi için en pratik metot budur. Maerz ve arkadaşları tarafından 1996 yılında kurulan WipWare Anonim Şirketi bünyesinde geliştirilen WipFrag yazılımı dijital dosyalar, videolar ve fotoğraflar üzerinden çalışabilmektedir [9,10].

WipFrag programı iki boyutlu yüzey ölçümlerini matematik açılım fonksiyonları kullanarak hacme ve ağırlığa dönüştürmekte ve bu şekilde malzemeyi boyuta göre sınıflamaktadır. Bu hesaplama sırasında üç önemli problem belirli ölçüde program algoritmaları tarafından çözülmektedir. Bunlar parçaların üst üste gelmesi durumu, ince malzeme sorunu ve şekil etkisidir. Ölçümden sonra Rosin-Rammler [11] veya Swebrec fonksiyonlarına bağlı olarak düzeltme yapılabilir. Program Rosin-Rammler [11] düzeltmesi için F_n ve F_{xc} olarak iki düzeltme faktörü tanımlanmaktadır. Görüntü işleme ile elde edilen ham verinin 'n' (üniformite katsayısı) ve 'xc' (karakteristik boyut) değerleri F_n ve F_{xc} parametreleriyle çarpılarak düzeltme yapılmaktadır [12].

2.3.2. WipJoint ile Blok Analizi

Blok boyut dağılımını belirlemek amacıyla WipFrag ara yüzünde bulunan WipJoint yazılımı kullanılmıştır (Şekil 3). WipJoint yazılımında gerçekleştirilen yerinde blok analizi, parça boyut dağılımı ve çatlakların durumu belirlenirken gerçekleştirilen işlem aşamaları [13];

- Patlatma aynasında ölçekli fotoğrafların çekilmesi,
- Çekilen fotoğrafların programa yüklenmesi, ölçeklendirilmesi ve çatlak kırık hatlarının oluşturulması,
- Program içerisinde poligon oluşumunun tamamlanması,
- Parça boyut dağılımı ve yönelim grafiklerinin elde edilmesidir.

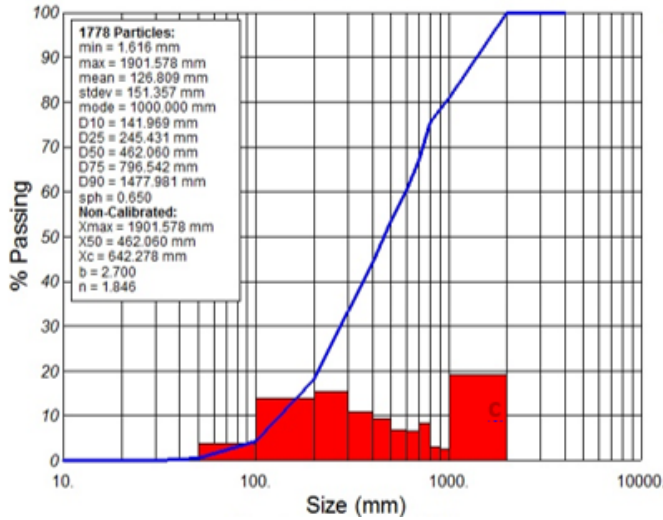
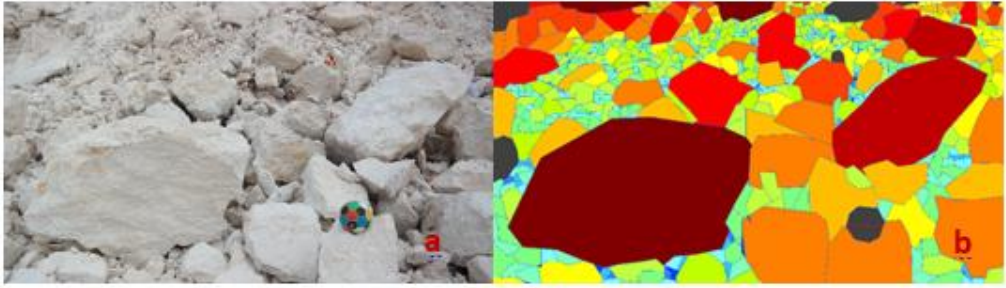


Şekil 3. WipJoint analiz aşamaları a) patlatmadan önce ayna yüzeyi görüntüsü; b) WipJoint tarafından analiz edilen blokların renkli hali, c) Görüntü analizi yoluyla analiz edilen ayna yüzeyinin blok boyut dağılımı

2.3.3. WipFrag ile Yığın Analizi

Patlatma sonrası oluşan yığının parça boyut dağılımını belirlemek için WipFrag yazılımı işlem aşamaları izlenerek yapılmıştır. Bu aşamalar;

- Patlatma sonrası oluşan yığından çift ölçek kullanarak fotoğraf alınması,
- Geniş yığınlardan birden fazla görüntü alınması,
- Fotoğrafların programa aktarılması, ölçeklendirilmesi, işlenmesi ve yığın grafiklerinin oluşturulması,
- Geniş yığınlarda “Merged” analizi kullanılarak grafiklerin birleştirilmesi aşamalarından oluşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. WipFrag analiz aşamaları a) patlatmadan sonra elde edilen yığın görüntüsü, b) WipFrag tarafından analiz edilen yığın renkli hali, c) Görüntü işleme yoluyla analiz edilen yığın parça boyut dağılımı

3. ÇALIŞMA SAHASI PATLATMA UYGULAMALARI

Çalışma sahasında farklı zamanlarda 34 adet atım yapılmıştır. Tasarım parametreleri Çizelge 1’de verilmiştir. Patlayıcı madde olarak ANFO, yemleme olarak jelatinit dinamit ve 25 ms gecikmeli kapsül kullanılmaktadır. Saha içerisinde yapılan patlatma noktaları Şekil 5’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma sahası patlatma tasarım parametreleri

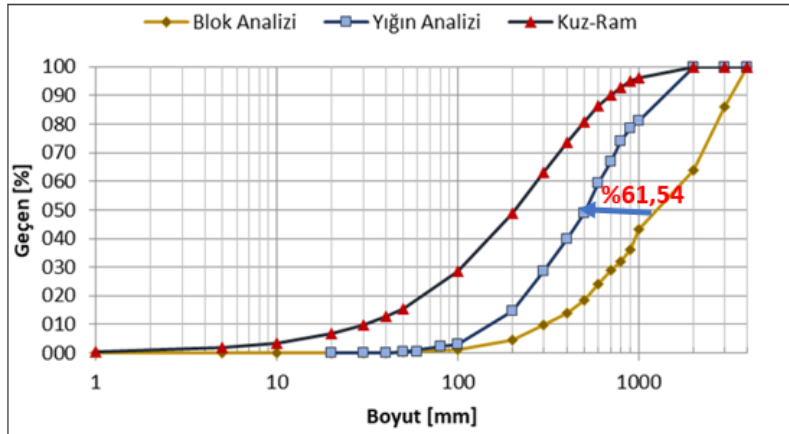
Delik Düzeni	Tek sıra
Delik Sayısı	10-50
Delik Çapı	89 mm
Delik Eğimi	80 ⁰
Basamak Eğimi	85 ⁰
Delikler Arası Mesafe (S)	3,5 m
Delik Boyu (H)	8,3-19 m
Basamak Yüksekliği (K)	8-18 m
Dilim Kalınlığı (B)	3,5 m
Sıkılama Payı (h ₀)	1,5-4 m



Şekil 5. Çalışma Sahasında gerçekleştirilen patlatma noktaları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma sahasında gerçekleştirilen 34 atımın her biri için hem patlatma aynalarından patlatma öncesi görüntüler alınmış, hem de her atım sonrası yığından görüntüler alınmıştır. Aynalardan alınan görüntüler WipJoint ile yığınlardan alınan görüntüler WipFrag ile analiz edilmiştir. Ayrıca ayna uzunluğu fazla olan atımlarda atım sonrası yığın parçalarına ayrılarak birden fazla görüntü alınmış ve elde edilen görüntüler programın “Merged” fonksiyonu görüntülerin analiz edilmesi sağlanmıştır. Ayna ve yığına ait parça boyut dağılımları aynı grafik üzerinde gösterilmiş ve elde edilen boyut dağılımlarının D_{50} değeri ile karşılaştırılması yapılarak patlatma sonrası boyut küçültme oranı belirlenmiştir. Aynı grafik üzerinde Kuz-Ram tahmin modeli ile elde edilen dağılım eğrisi de gösterilmiştir. 1 nolu patlatmaya ait blok ve yığın parça boyut dağılımı ve parçalanma verimi Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. 1 nolu patlatmaya ait parça boyut dağılım eğrileri

Atım sonucunda yığınların ve bloğun parça boyut dağılımlarının D_{50} değerlerine göre; 1. atım %61,54 boyut küçültme oranı sağlanmıştır. Her bir atıma ait yerinde blok ve yığın parça

boyut dağılımı sonucu elde edilen D_{10} , D_{25} , D_{50} , D_{75} ve D_{90} değerleri ve D_{50} değerlerine göre elde edilen boyut küçültme oranları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Atımlara ait yerinde blok, yığın parça boyut dağılımı değerleri ve boyut küçültme oranları (BKO)

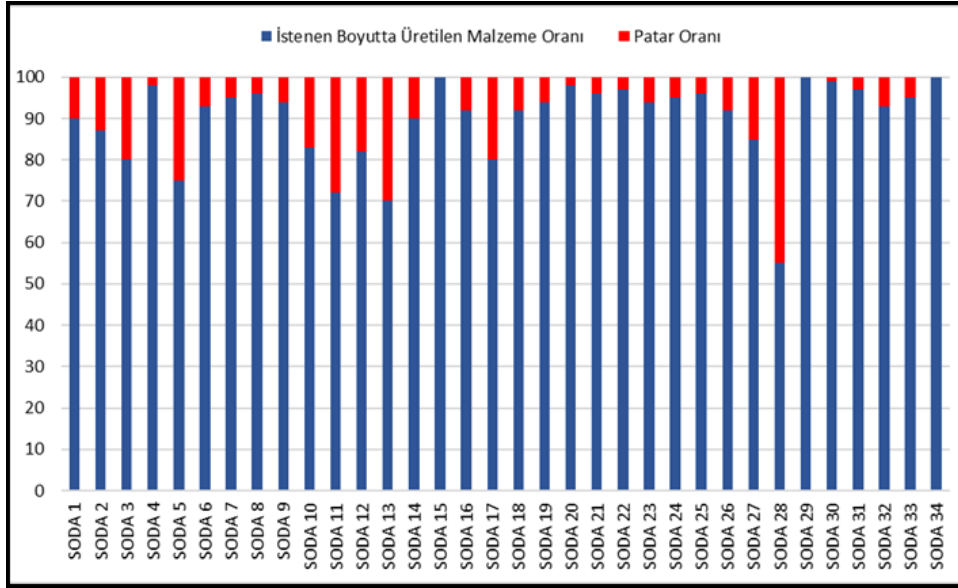
Bölge	Dağılım	D_{10} (mm)	D_{25} (mm)	D_{50} (mm)	D_{75} (mm)	D_{90} (mm)	BKO
Soda 1	Yerinde Blok	306,9	617,3	1328,6	2502,6	3283,5	61,55
	Yığın	160,2	274,1	510,8	824,8	1472,8	
Soda 2	Yerinde Blok	843,3	1150,7	1501,4	2419,5	2767,8	69,23
	Yığın	141,9	245,4	462	796,5	1477,9	
Soda 3	Yerinde Blok	343	762,1	1557,6	2268,1	2707,2	57,31
	Yığın	193,5	342,5	664,9	1129,3	1651,7	
Soda 4	Yerinde Blok	103,3	331	785,7	981,7	1559	62,30
	Yığın	74,3	152,3	296,2	510,4	762,4	
Soda 5	Yerinde Blok	194,6	481,2	1067,2	2333	2733,2	36,37
	Yığın	176	345,3	679,1	1353,1	1946,1	
Soda 6	Yerinde Blok	209,6	575,3	1040,6	1520,3	1808,1	71,50
	Yığın	105,3	169,3	296,6	514,3	890,93	
Soda 7	Yerinde Blok	472,6	889	1828,8	2444,2	2777,7	71,00
	Yığın	151,4	293,1	530,4	782,1	971,4	
Soda 8	Yerinde Blok	209,1	359	1242,1	2380,5	2752,2	73,60
	Yığın	130,5	208,5	327,9	490,5	757,7	
Soda 9	Yerinde Blok	663,4	1200,4	1761,4	2818,1	3541,4	72,21
	Yığın	149,5	282,2	489,5	756,7	943,8	
Soda 10	Yerinde Blok	552,22	1208,6	1952,9	2483,6	2793,4	76,29
	Yığın	149,5	259,9	463,1	835,9	1536,7	
Soda 11	Yerinde Blok	261,03	1012,1	3281,4	3640,7	3856,3	76,78
	Yığın	233,36	425,44	761,79	1367,7	1850,7	
Soda 12	Yerinde Blok	177,68	369,11	837,01	1375,9	1750,3	39,19
	Yığın	145,03	279,69	509,01	988,76	1560	
Soda 13	Yerinde Blok	477,03	905,87	2799,2	4464,9	4785,9	70,19
	Yığın	223,66	410,34	834,53	1663,9	2518,3	
Soda 14	Yerinde Blok	238,8	708,4	1768,8	2464,4	2785,7	79,25
	Yığın	78,1	171,5	367	1137,2	1653,7	
Soda 15	Yerinde Blok	875,2	1655	2269,6	2634,8	2853,9	85,37
	Yığın	124,8	207,1	332	454,2	585,5	
Soda 16	Yerinde Blok	299,2	912,2	1559,2	2294,6	2717,8	65,64
	Yığın	171,9	299	535,8	861,3	1446,4	

Çizelge 2'nin devamı

Bölge	Dağılım	D ₁₀ (mm)	D ₂₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₇₅ (mm)	D ₉₀ (mm)	BKO
Soda 17	Yerinde Blok	637,8	723,2	2100,4	2550,2	2820	64,96
	Yığın	239,2	407,4	735,9	1344	1979,5	
Soda 18	Yerinde Blok	659,9	1303,6	2152,8	2576,4	2830,5	77,68
	Yığın	162,6	276,9	480,6	743,7	1252,8	
Soda 19	Yerinde Blok	421	793	1888,3	2478,9	2791,5	77,65
	Yığın	137,6	240,1	422	671,4	965,5	
Soda 20	Yerinde Blok	541,9	980	1764,1	2414,7	2765,8	80,68
	Yığın	135,1	218,3	340,9	512,1	791	
Soda 21	Yerinde Blok	541,9	980	1764,1	2414,7	2765,8	79,23
	Yığın	122,2	213,5	366,4	557,1	690,6	
Soda 22	Yerinde Blok	617,1	1424,7	2131,2	2562,6	2826,2	83,48
	Yığın	143,4	227,8	352	545	790,6	
Soda 23	Yerinde Blok	236,8	325	477,5	1022,5	1609	17,40
	Yığın	209,6	302,6	394,4	708,9	937,5	
Soda 24	Yerinde Blok	263,2	462,7	3265,4	3632,7	3853	88,41
	Yığın	150,4	241,3	378,3	582,4	891,1	
Soda 25	Yerinde Blok	216,6	398,2	636,1	2126,6	2650,6	47,59
	Yığın	138,3	217,5	333,4	500,2	839	
Soda 26	Yerinde Blok	241,6	443,7	2062,1	2531	2812,4	83,64
	Yığın	125,5	200,1	337,3	580,4	897	
Soda 27	Yerinde Blok	183	295,8	1177,8	2383,4	2753,3	59,47
	Yığın	94,9	251,3	477,4	915	1686,4	
Soda 28	Yerinde Blok	432,04	3119	3412,7	3706,3	3882,5	65,49
	Yığın	94,9	251,3	1177,8	2383,4	2753,3	
Soda 29	Yerinde Blok	228,7	493,6	1355,8	2071,8	2628,7	75,36
	Yığın	130	206	334,1	517,1	801,6	
Soda 30	Yerinde Blok	982,4	1443,3	2203,2	2947,9	4570	85,65
	Yığın	126,4	202,8	316,1	466,8	665,2	
Soda 31	Yerinde Blok	507,6	1028,2	1733,9	2383,8	2753,5	69,05
	Yığın	190	312,8	536,7	878	1467,9	
Soda 32	Yerinde Blok	614,1	952,4	1675,5	2378,3	2747,3	73,48
	Yığın	163,6	271,3	444,4	703,4	887,2	
Soda 33	Yerinde Blok	469,5	823,2	1270,8	1826,9	2419,2	64,42
	Yığın	162,9	270,2	452,1	725,7	988,8	
Soda 34	Yerinde Blok	555,8	755,5	1888	2483,6	2793,4	86,68
	Yığın	83,7	147	251,4	404	628,7	

Çalışma sahasında mevcut olan kırma eleme tesisinde 3 adet çeneli kırıcı mevcuttur. Bu çeneli kırıcılardan iki tanesinin çene açıklığı 110 cm ve 3. Kırıcının çene açıklığı ise 140 cm'dir. Kırma eleme sonrası Soda Sanayi Karadiken hammadde sahasından fabrikaya beslenen ürünün boyutunun 3,5-12 cm arasında olması istenmektedir. Ocaktaki 3,5 cm'nin altındaki malzeme ise üretim prosesinde ikame ettirilememektedir. Sahada hammadde üretiminde kırıcı çene açıklığı boyutundan büyük malzemeler (<140) patar sayılmakta ve daha küçük boyutlara indirilmeden kırıcı sistemine gönderilmemektedir. Bu durum patlatma sonrası ek maliyete

sebeptir. İzenen 34 atımın patlatma sonrası WipFrag ile yapılan yığın analizleri incelenmiş, 140 cm'den küçük olan malzeme yüzdesi belirlenerek patlatma verimi değerlendirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Patlatma verimliliği istenilen boyutta ürün ve patar oranları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma sahasında yapılan 34 atım incelenmiş, atımların boyut küçültme oranları (BKO) ve patar oranları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- WipFrag yazılımı kullanılarak patlatma öncesi yerinde blok boyutu ve patlatma sonrası yığın parça boyut dağılımını hızlı ve pratik bir şekilde belirlemek mümkündür.
- Çalışma sahasında gerçekleştirilen atımlar genel olarak boyut küçültme oranı ve patar oranı açısından verimli olarak değerlendirilmektedir.
- Boyut küçültme oranları incelendiğinde; SODA 23 atımının en yüksek, SODA 34 atımının en düşük boyut küçültme oranına sahip olduğu görülmüştür. Yüksek olan atımın daha masif bir kaya kütle özelliği göstermesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca çatlak kırık sistemlerinden dolayı patlatmadan kaynaklı faydalı enerji daha verimli kullanılmaktadır. Düşük olan atımda ise tam tersi bir durum söz konusudur.
- Patar oranı açısından incelendiğinde; SODA 28 atımında patar miktarının yüksek olduğu, SODA 29 ve 34 atımında ise hiç patar olmadığı görülmüştür. Bu durum ise SODA 28 atımının yapıldığı bölgede patlatma paterninin istenilen boyutta kayaç üretimi için uygun olmadığı veya atımdaki patlatma

hazırlık işlemlerinden kaynaklanan özensizlikten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

- Çalışma sahasında elde edilen atımlardan boyut küçültme oranları düşük olan ve patar miktarları fazla olan atımlar tekrar değerlendirilmelidir. Bu atımların kaya kütle özellikleri göz önünde bulundurularak kontrol edilebilen patlatma tasarım parametrelerinde değişiklik yapılmalıdır.
- Sahanın formasyon özelliklerindeki değişimler göz önünde bulundurulmalı ve her atım noktasında aynı patlatma paterni uygulanmamalıdır. Formasyon değişimine uygun şekilde patlatma patern planlamaları yapmak patlatma verimini olumlu yönde etkileyecektir.

6. TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından FBA-2019-11637 nolu proje ile desteklenmiştir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Karakus D., Konak G. & Onur H.A., (2010). Basamak Patlatması Sonucu Oluşan Yığın Boyut Dağılımının Ampirik Modeller ile Tahmini ve görüntü Analizi Yöntemleri ile Karşılaştırılması, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Dergisi. Ankara.49/1 s.3-16.
- [2] Dağçimen A., (2006). Patlatma Tasarımı için Geliştirilen Bir Bilgisayar Programı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 117s
- [3] Siddiqui F.I., Shah S.M., & Behan M.Y., (2009). "Measurement of Size Distribution of Blasted Rock Using Digital Image Processing." JKAU: Eng. Sci 20.2: 81-93
- [4] Özdemir K., (2004). Dijital Görüntü İşleme Tekniği ile Patlatma Verimlilik Analizi. İstanbul Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. 85s. İstanbul.
- [5] Hüdaverdi T., (2010). Parçalanmanın İyileştirilmesine Yönelik Patlatma Tasarımlarının Araştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 190s., İstanbul.
- [6] Kalaycı Ü., (2011). Patlatmada Harcanan Faydalı Enerji ile Patlatma Verimi Arasındaki İlişkinin Araştırılması, İstanbul Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 147s., İstanbul.
- [7] Elahi A.T. & Hosseini M., (2017). Analysis of Blasted Rocks Fragmentation Using Digital Image Processing (Case Study: Limestone Quarry of Abyek Cement Company). International Journal of Geo-Engineering, 8(1), 16.
- [8] Yetiş C. & Demirkol C., (1986). Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdler Dairesi, Ankara, 187 s.
- [9] Maerz N.H. & Zhou W., (2000). Discontinuity Data Analysis from Oriented Boreholes. In 4th North American Rock Mechanics Symposium, American Rock Mechanics Association.
- [10] Maerz N.H., (1996). Reconstructing 3-D Block Size Distributions from 2-D Measurements on Sections. Fragblast 5, Workshop on Measurement of Blast Fragmentation, Canada, Aug, 25-29, pp.39-43.
- [11] Rosin P. & Rammler E., 1933, The Laws Governing The Fineness of Powdered. Coal J Inst Fuel, (7), pp.29-36.
- [12] Maerz N.H. & Zhou W., (1998). Optical Digital Fragmentation Measuring Systems– Inherent Sources of Error. Fragblast, 2(4), 415-431.
- [13] WipFrag, (2010), WipFrag 2,7 Manual. Wipware Inc, Ontario, Canada.

ASMA ÇELİKLERİNDE ADVENTİF KÖK OLUŞUMUNA DAİR

Cuma ARIK¹

Accepted: 2021-10-19
DOI: 10.47118/somatbd.922820

ÖZET

Bağcılık hem üretim miktarı hem de üretim alanı bakımından dünya ve ülkemiz için oldukça önemli tarım kollarındandır. Bağcılık için ilk aşama bağ tesisidir. Bağ tesisinde hem aşılı hem de aşısız asma fidanları kullanılmaktadır. Bu amaçla daldırma, çelik ve aşı gibi asmanın çoğaltılması yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Asma çoğaltılmasında asma çeliğinin köklenmesi oldukça önemli bir konudur. Asma çeliğindeki kökler, adventif köklerdir. Adventif kök oluşumu sayesinde köklenen asma çeliklerinden fidan elde edilmektedir. Bu yüzden adventif kök oluşumunun olabildiğince anlaşılması gerekmektedir. Bundan dolayı bu derleme çalışmasında, asmada adventif kök oluşumu ve etkileyen unsurlar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asma, çoğaltma, köklenme, adventif kök, hormon,

ABSTRACT

Viticulture is one of quite significant agriculture branches in terms of production quantity and also production area for the world and our country. The first process for viticulture is vineyard establishing. In vineyard establishing, both grafted vines and also non-grafted vines are used. For this purpose, vine propagation methods such as layering, cutting and grafting are applied. In vine propagation, rooting of vine cuttings is a very important matter. The origin of roots in vine cuttings is adventitious roots. Grapevines are obtained from rooted vine cuttings, thanks to the formation of adventitious roots. Therefore, it is needed that adventitious roots formation is understood as possible as. Hence, in this review research, formation adventitious root in vine and effecting factors are compiled.

Keywords: Grapevine, propagating, rooting, adventitious root, hormone,

1. GİRİŞ

Bağcılık bakımından dünyanın en elverişli iklim kuşağı üzerinde bulunan ülkemiz, asmanın gen merkezi olmasının yanı sıra, son derece eski ve köklü bir bağcılık kültürüne de sahiptir [1]. Ayrıca ülkemiz 2019 verilerine göre dünya üzüm üretiminde 405 bin ha alanda 4,1 milyon ton üretim ile 6. sıradadır; bu yüzden bağcılık ülkemiz için oldukça önemli bir tarım dalıdır [2]. Bundan dolayı yeni bağ alanlarının kurulmasının yanı sıra mevcut bağların korunması da oldukça önemlidir. Bu amaç ile ülkemizde asma fidanı üretilmesine (2016 yılı verilerine göre ülkemizde yaklaşık 3,4 milyon adet aşılı ve sertifikalı asma fidanı üretilmesine üretilmiştir [3]) rağmen üretilen miktar ihtiyacı karşılamaktan uzaktır. Bundan dolayı üretimin artırılması gereklidir. Üretimin artırılması amacıyla çoğaltma yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

¹ Öğr., Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksekokulu, Alaşehir, Manisa, Türkiye.

Asmanın çoğaltılmasında adventif kök oluşumu, köklü fidan elde edilmesinde oldukça önemlidir. Bağda boş sıra üzerlerini doldurmak amacıyla asmanın yıllık sürgününün toprağa daldırılıp köklendirilmesinde, aşılı ve/veya aşısız asma çubuklarının köklenmesinde, doku kültüründe organ parçasının köklenmesinde, ıslah amacıyla çimlendirilen ve/veya kendiliğinden çıkan ve beğenilip çoğaltılmak istenilen asmalardan alınan çeliklerin köklendirilmesinde adventif kök oluşumu oldukça önem arz etmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada adventif kök oluşumu ile ilgili bilgiler derlenerek verilmiştir.

2. ASMA ÇELİKLERİNDE ADVENTİF KÖK OLUŞUMU

2.1. Adventif Köklerin Kökeni, Oluşumu ve Adventif Kök Oluşumunu Etkileyen Unsurlar

Adventif kökler, kökeni sürgün dokusu olan köklerdir. Bu kökler birincil kök sistemindeki lateral köklerden oldukça farklıdır; esas köklerin kökeni kök dokusu iken adventif köklerin kökeni sürgün dokusudur [4]. Asma çeliklerinde adventif kökler çeliklerin boğumlarından, boğumların hemen altından, boğum aralarından ve çeliğin dip kısmında oluşan yara dokusunun hemen üzerinden oluşmaktadır. Bu yüzden aşu noktasına yakın yerde çıkan ve boğaz kökleri olarak adlandırılan kökler de aslında birer adventif köktür [1].

Adventif köklerin ve esas köklerden olan genç köklerin oluştuğu bölge perisaykıl tabakasıdır. Yıllık çubukta adventif kök oluşumu; kambiyum, perisaykıl (çevretekler) ve floemin ortaklaşmasıyla oluşur. Adventif kök oluşacağı zaman önce perisaykıl tabakasından aktif bir meristematik hücre bölünmesi başlar; bu oluşum kambiyum ve floem tarafından desteklenir; kambiyum tabakasından floeme doğru oluşan aktif meristematik hücre kitlesi, bir çıkıntı oluşturarak dış kabuğa doğru ilerler ve kabuğu delerek dışa doğru beyaz kök ucunu meydana getirir; kök ucu, meristematik hücrelerden oluşmuş olup gelişerek kökün uzamasını sağlar ve yeni kökler oluşturarak sekonder ve tersiyer kökleri meydana getirir. Oluşan adventif kökler önce beyaz renkli olup sonradan koyu esmer veya kahverengi bir renk alır. Adventif kökler geliştikçe bunların üzerinde ince kökler meydana gelmektedir [1].

Adventif kök oluşumu aşamaları ile ilgili olarak Hartman vd. [5], köklenme başlangıcı sırasında çelikte meydana gelen anatomik değişiklikleri dört aşamada incelemişlerdir: İlk olarak özel olgun hücreler yeniden farklılaşmakta; sonrasında vasküler kümenin veya yeniden farklılaşma ile meristematik özellik kazanan vasküler dokunun yanındaki bazı hücrelerden ilk kök farklılaşması başlamakta; üçüncü aşamada ise kök farklılaşması organize olmuş kök primordiyumu şeklinde gelişerek genişlik kazanmakta; son aşama ise kök primordiyumu ile iletim dokusu arasındaki vasküler bağlantının oluşumu ile kök primordiyumunun odun dokusundan çıkışı ve büyüyerek kökü oluşturmasıdır.

Smart vd. [4] ise, *Vitis* türlerinin çeliklerinin, çoğu odun yapıtlı bitki gibi, önceden oluşmuş bir adventif kök primordiyumuna sahip olmadıklarını; Bouard ve Pouget [6] ise kök taslaklarının oluşumunda soymuk parankimasının bir meristem dokusu gibi faaliyet gösterdiğini belirtmişlerdir. Smart vd. [4] bunun yanı sıra asma çeliklerindeki adventif köklerin, öz ışınları dokularının etrafındaki hücre bölünmelerinden oluşan kallus dokusundan oluştuğunu; öncelikle öz ışınlarının etrafında interfasküler kambiyumda (iletim demetleri arası kambiyum) hücre çoğalmalarının olduğunu; ikinci aşamada kambiyum hücreleri arasında periklinal bölünmenin (hücreler üst üste aynı uzunlukta olacak şekilde çoğalır) gerçekleştiğini; üçüncü aşamada ise bu hücrelerin morfo-genetik olarak özelleşmeye başladığını; son aşamada

ise organize olmuş kök meristemlerinin görünmeye başladığını ifade etmişlerdir. Ağaoğlu [7], köklenme için kallus oluşumunun şart olduğunun düşünüldüğünü ifade etmiştir.

Çelik [1] ise asma çeliklerindeki kök oluşumunun başlıca dört teori ile açıklanmaya çalışıldığını ifade etmiştir. Bunlar; üç faktör (oksin, rizokalin, enzim) teorisi (Bouillene teorisi), Libbert teorisi, çoklu hormon teorisi ve sentetik maddeler teorisidir (dore teorisi).

- a) Üç faktör teorisi: Oksin, rizokalin ve enzimlerin karşılıklı etkileşimi ile kök oluşmaktadır. Gözlerden salgılanan spesifik etkili bir hormon, iç yapıda rizokalin denilen kök yapıcı hormonu harekete geçirmekte; harekete geçen rizokalin oksini oluşturarak harekete geçirmekte; oksin de bir enzim oluşturarak kök oluşumunu başlatmaktadır. Rizokalin, oksin etkisiyle çeliklerin dip kısmında toplanarak kök oluşturmaktadır Çelik [1].
- b) Libbert teorisi: Kök oluşumuna organ oluşumunda etkili olan özel bileşikler ile inhibitörler etkili olmaktadır Çelik [1].
- c) Çoklu hormon teorisi: Bu teoriye göre oksinler, gibberellinler ve sitokininler kök oluşumunda görev yapmaktadır Çelik [1].
- d) Sentetik maddeler teorisi: Bu teoriye göre kök oluşumunda hormonlar ve mikrobeler (vitaminler, asitler, enzimler vb.) görev yapmaktadır Çelik [1].

Adventif kök oluşumunda, sklerankima halkasının durumu önem taşımaktadır. Korteks (öz) ve floem arasındaki devamlı sklerankima halkası, adventif kök orijin noktasının dışında kalmakta ve köklenmeye karşı anatomik bir bariyer oluşturabilmektedir. Ciampiani ve Gellini (1958) zeytin dal çeliğinde yaptıkları çalışma sonucunda, sklerankima halkası ile zor köklenen çelikler arasında bir ilişki olduğunu; devamsız bir sklerankima halkasının varlığının kolay köklenen tiplerle var olduğunu belirtmişlerdir [8].

Çelik üzerindeki gözlerin, adventif kök oluşumunda olumlu bir etkisi vardır. Uygun ortamda köklenmeye alınan çeliklerde kambiyum aktif hale geçince göz de faaliyete geçerek oksin salgılamaya başlamaktadır. Oluşan oksin aşağıya doğru floem ile aşağıya taşınarak kök oluşumunu teşvik etmektedir [1]. Oksinin tomurcuklarda ve yapraklarda üretilip floem ile bazipetal (yukarıdan aşağıya taşınma) olarak taşınması, oksinin adventif kök oluşumu ile ilişkili olduğunun tahmin edilmesini sağlamıştır [4].

Çelik [1], anaç çeliklerinde çıkan adventif köklerin sayısının dip boğumlara indikçe arttığını; çeliklerde kök oluşumunun boğum aralarında zayıf olmasından dolayı pratikte çelik alırken en dipte bir göz bırakılması gerektiğini; yıllık çubuklarda boğuma yakın olarak kesit alındığı zaman gözün izdüşümüne rastlayan bölümde canlı kabuğun daha kalın olduğunu ve bu bölgede adventif kök oluşumunun daha kolay olduğunu ve sonuç olarak adventif köklerin çıktığı boğumun orta yerinde kabuk kalınlığının fazla olmasından dolayı çelikte dip kısmı olarak bırakılmaması gerektiğini bildirmiştir.

2.1.1. Asma gözü ve yaprağı ile adventif kök oluşumu arasındaki ilişki

Asma gözleri ile köklenme arasında önemli bir ilişki vardır. Gözlerin ürettiği oksin, translokasyonla çeliklerin bazal kısımlarına gitmekte ve köklenmeyi teşvik etmektedir; gözlerin köreltilmesi, asma çeliklerinin köklenmesini tamamiyle sınırlamaktadır; gözleri tamamen köreltmenin ekstrakte edilebilir IAA kaynağını yok ettiği ve dolayısıyla köklenmeyi

sekteye uğrattığı söylenebilmektedir [9]. Yapılan bir çalışmada gözleri tamamıyla köreltilmiş çeliklerde, tek gözlü çeliklere oranla daha çok dağılıbilir IAA (indol asetik asit) belirlenmiştir. Dikimden 10-15 gün sonra gözleri tamamen köreltilmiş çeliklere oranla tek göz içeren çeliklerde adventif köklerin çıktığı çubuğun alt kısmında, ekstrakte edilebilir IAA önemli derecede daha yüksek çıkmıştır. Bu süreç sırasında kök primordiyumlarının oluştuğu düşünülmektedir. Ters olarak, gözleri tamamen alınmış çeliklere IBA (indol butirik asit) ve NAA (naftalen asetik asit) (100 ppm) uygulaması, kök oluşumunu tetiklemiştir. Dikimden 20 gün sonra kök çıkışı gözlemlenmiş ve köklenme yüzdesi IBA ve NAA için sırasıyla %30 ve %25 olmuştur. Dikimden 40 gün sonra uygulama yapılmış çeliklerde %100 köklenme sağlanırken; su uygulanan kontrol uygulamasında %5 köklenme görülmüştür. Distile su uygulamasında ekstrakte edilebilir IAA dikimden 30 gün sonrasına kadar az da olsa artış göstermiş ve sonrasında önemli derecede artış göstermiş; oysa IBA uygulamasında dikimden 20 gün sonra kökler çıktığında az da olsa azalış olmuştur. Dikimden 10 gün sonra, adventif kök primordiumlarının oluşması sırasında ekstrakte edilebilir IAA düzeyi, gözleri tamamen köreltilmiş çeliklere oranla kontrol çeliklerinde daha yüksek olmuştur; sonrasında IAA azalmıştır. Ekstrakte edilebilir IAA düzeyinin düşük olması, gözleri köreltilmiş çeliklerin köklenmemesinde en önemli etken olarak çıkmıştır [9]. Bununla ilgili olarak Fujii ve Nakano (1974) da gözlerin köreltilmesinin köklenme oranını ve kök sayısını azalttığını ifade etmişlerdir [10]. Ayrıca Kawai [9], oksin kaynağı olmalarıyla gözler ve yaprakların köklenme üzerine etkili olduğunu vurgulamıştır. Bundan farklı olarak göz köreltilmesi ile ilgili olarak değişik gözlerin dormant halde olup olmasının köklenme üzerine etkisiyle ilgili olarak değişik görüşler mevcuttur. Çoğu bahçe bitkilerinde gözlerin tamamen köreltilmesinin ve yaprakların sıyrılmasının kök oluşumunu azalttığı çok sayıda araştırmacı tarafından ifade edilmiştir [9]. Kawai'ye [9] göre; dormant haldeki odunsu asma çubuklarında tüm gözlerin köreltilmesi köklenmeyi engellemekte ve kök oluşumunun meydana geldiği bazal kısımlardaki oksin seviyesinin azalmasına yol açmaktadır. Fakat Kawai vd. [11] ise kolay köklenen bir çeşit olan "Takasumi" çeşidinin kullanıldığı bir çalışmada, gözlerin tamamen köreltilmesinin, dormant çeliklerde köklenmeyi engelleyici bir etkide bulunmadığını, fakat dormansinin kırılmasından sonra tüm gözlerin köreltilmesinin köklenmeyi engellemiş olduğunu bildirmişlerdir. Kawai vd.'nin [11] çalışmasında kontrol ve tüm gözleri köreltilmiş çeliklerde dormansinin erken safhasında köklenme oranı yüksek çıkmış ve dormant safhadan sonra neredeyse hiç köklenme olmamıştır. Çelik kesiminden sonraki dağılıbilir oksin (IAA) seviyesindeki dalgalanma, kontrol ve tüm gözleri köreltilmiş çeliklerde benzer olmuş; tüm gözleri köreltme işlemi, çeliklerin bazal kısımlarındaki oksin seviyesini azaltmamıştır. Buna ilave olarak Smart vd. [4] de yaygın bir inanış olan gözlerin köreltilmesinin kök çıkışını azaltmasının doğru olmadığını bildirmişlerdir.

Yaprakların da köklenme için önemini ifade eden çalışmalar mevcuttur. Thomas ve Schiefelbein [12], yapraklı çeliklerin erken köklendiğini, canlı kök büyümesi ve sonrasında sürgün gelişimi gösterdiğini; dikimde yaprakların uzaklaştırılmasının filizlenmeyi teşvik ettiğini fakat köklenmeyi olumsuz etkilediğini açıklamışlardır. Jarvis [13], yaprakların köklenme için gerekli olan IAA, vitaminler, karbonhidratlar, organik azot ve köklenme kofaktörlerinin kaynağı olduğunu bildirmiştir. Bu açıklamaya göre; kaynaştırma odasından alıştırma odasına alınan çeliklerde gün ışığı ile sürgün gelişmesinin teşvik edilerek yapraklanmanın sağlandığı ve bu yapraklanmanın da köklenmeye katkıda bulunduğu düşünülebilmektedir [12].

2.1.2. Adventif kök oluşumu ile içsel hormonlar arasındaki ilişki

Asma çeliklerinin bünyesindeki hormonlar ile kök oluşumu arasındaki ilişkiler çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bununla ilgili olarak, köklenmesi kolay olan 5BB anacı ve köklenmesi zor olan 140 Ru anacı odun çeliklerinin hormon düzeyleri analiz edilmiş; 140Ru anacında düşük düzeyde oksin ile gibberellin benzeri ve absisik asit benzeri kök oluşumunu sınırlayıcı etki gösteren maddelerin oldukça yüksek olduğu saptanırken; 5BB anacında ise oldukça yüksek düzeyde oksin ile oldukça düşük düzeyde gibberellin benzeri ve absisik asit benzeri maddeler saptanmıştır. Kök oluşumu boyunca, IAA benzeri hormonlar az da olsa her iki anaçta tomurcuk patlamasına kadar artmış; sonrasında kök çıkışı için en alt düzeye azalmıştır. Ayrıca gibberellin benzeri bileşikler 140 Ru anacında hızlıca artarken, 5BB anacında azalmıştır. Bundan başka absisik asit benzeri maddeler her iki anaçta farklılık göstermiştir; 140 Ru anacında en yüksek seviyeye ulaşırken 5BB anacında düşük seviyede kalmıştır. Görüldüğü gibi büyüme düzenleyici maddeler kök oluşumunda oldukça önemli bir konuma sahiptir [14].

Absisik asitin adventif kök oluşumu üzerine teşvik ettiği, engellediği veya hiçbir etkide bulunmadığına dair yayınlar mevcuttur. ABA'nın stomal fonksiyonu ve sonrasında bu ilişkilerinin artmasının adventif kök oluşumunu artırabileceğine dair asma çeliklerinde herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır [4]. Kawaii [15] ise absisik asitin göz aktivitesini baskıladığını ve bu baskının ise adventif kök oluşumunu engellediğini bildirmiştir. Anlaşıldığı gibi absisik asitin köklenme üzerine olan etkisi sorgulanmakta ve ileri araştırmalar gerektirmektedir [4].

Etilen gazının adventif kök oluşumunda etkili olduğu bazı araştırmacılar tarafından söylene de yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar alındığı için etilenin kök oluşumu üzerine etkisinin ne şekilde olduğu anlaşılammıştır. Etilenin, oksinin polar taşınımını engelleyip aynı zamanda metabolizmasını hızlandırmak suretiyle içsel oksin (IAA) seviyesini azaltarak köklenmeyi sınırladığına dair çalışmalar mevcuttur. Bunun yanı sıra etilenin, sitokininin indirgenerek üst kısımlara taşınmasını sağlayarak adventif kök oluşumunu engelleme etkisini sınırlandırarak köklenmeyi teşvik ettiğine dair yayınlar da bulunmaktadır [16]. Smart vd. [4] ise etilenin, adventif kök oluşumunda etkisiz olduğunu vurgulamışlardır. *V. riparia x V. rupestris* melez anaçlarında yapılan bir çalışmada ise, etilen üretiminin adventif kök oluşumu zamanında arttığı bildirilmiştir. Tanımladıkları erken etilen pik zamanı bir yara tepkisi olmasına rağmen; etilen üretimindeki ikinci pik noktasının artan içsel oksin ile oluşturulmuş olabileceği tartışılmıştır [4].

2.1.3. Adventif kök oluşumu ile diğer içsel maddeler arasındaki ilişki

Anaçların flavan içeriği ile köklenme arasında ve kalemlerin flavan içeriği ile sürgün gelişimi arasında pozitif bir ilişki olduğu, anaç ve kalemlerdeki flavan içeriğinin vejetasyon periyodu ile artışa geçtiği, gelişme dönemi sonunda ise azaldığı bildirilmiştir [17]. Bir çalışmada, aşılama günü en yüksek flavan içeriğine sahip olan 5BB anacının, 420A ve 99R anaçlarına göre daha iyi köklenme gösterdiği ve bununla doğru orantılı olarak aşı kaynaşması ve fidan randımanının en yüksek 5BB'de saptanmış olduğu (sıralama 5BB>99R>420A şeklindedir) ifade edilmiştir [17]. Yine flavonoidlerle ilgili olarak, Kraiem vd. [18] Carignan asmasının rhizogenetik potansiyeli ile kumarin arasında negatif; naringin ve andsyringic acid ile ise pozitif bir ilişki olduğunu açıklamışlardır.

Fenolik bileşikler ile adventif kök oluşumu arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla da bazı çalışmalar yapılmıştır. Yılmaz vd. [19], Hahlbrock ve Grisebach'in (1979) polifenol oksidaz aktivitesinin dolaylı yoldan fenolik bileşiklerin sentezini düzenleyebileceğini ve kök taslaklarının organizasyonu ve gelişmesinde görev alabileceğini; Huystee ve Cairns'in (1982) ise polifenol oksidaz aktivitesinin hücre bölünmesinde, farklılaşmada ve primordiyum (taslak) gelişmesinde önemli bir rol üstlendiğini belirttiklerini söyleyerek bu açıklamaların tersi olarak çeliklerin polifenol oksidaz aktivitesi ile köklenme yetenekleri arasında belirgin bir ilişkinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Adventif kök oluşumunda ayrıca içsel poliaminlerin etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmış ve farklı sonuçlar elde edilmiştir [4]. Bazı çalışmalara göre, adventif kök oluşumu sırasında kök meristemlerinde veya komşu dokularda içsel poliaminlerin doğrusal olarak arttığı; bu artışın dışsal oksin uygulamasının veya içsel oksin konsantrasyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Bununla ilgili olarak, çeliklerde önce putresin değerleri artışa geçerek kök primordiyumlarının ortaya çıktığı ve köklenme başlayınca da putresin değerlerinin azaldığı ve ayrıca spermin içeriğinin putresin içeriğinden az olduğunda, putresin ile benzer eğilimi gösterdiği (Putresin/spermidin + spermin miktarı > 1 olduğunda köklenmenin olduğu) ifade edilmektedir [20]. Putresin/spermidin + spermin > 1 olduğunda köklenme; <1 olduğunda ise çiçeklenme ve tomurcuk farklılaşması uyarılmaktadır [21].

Asmada köklenme belirteçleri olarak lipitlerin ve yağ asitlerin olabileceği bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Cheikhrouhou vd. [22] tarafından yapılan bir çalışmada Carignan çeliklerinde çelik alım zamanında major yağ asitleri palmitic, oleic ve linoleic asitler olmuştur. Araştırmacıların yapmış olduğu çalışma sonucunda, köklenme sürecinde C18:1 (oleic asit), C20:5 (asit timnodonic) ve C22:0 (behenic asit) yağ asitleri azalırken; C16:0 (palmitic asit), C16:1 (asit hypogeic ve palmitoleic acid), C22:6 (docosahexaenoic asit) ve C18:1 (vaccenic asit) oluşmaya başladığı anlaşılmıştır. Köklenme öncesi %33 olan oleic asit, deneme sonunda en fazla %23; köklenme öncesi %1 olan vaccenic asit miktarı ise, deneme sonunda %3,62 olmuştur. Araştırmacılar oleic asitin köklenme sırasında vaccenic asite dönüştüğünü düşünmektedirler.

Asma çeliklerinde köklenmeyi etkileyen birçok madde bulunmaktadır. Bu maddelerle ilgili olarak Bartolini vd. [23], çeliklerin suya sokulmasıyla köklenmeyi engelleyen bileşiklerin suya geçtiğini söylese de inhibitörlerin suya geçtiği ile ilgili tanımlayıcı bir çalışma yapılmamış olduğunu ifade etmişlerdir.

2.1.4. Adventif kök oluşumu ile dormansi ve yedek besin deposu arasındaki ilişki

Çeliklerin dormant halde olması, köklenmeyi sınırlayan etmenlerdendir. Bu yüzden köklendirilecek çeliklerin dormansisini sağlamış olmaları gereklidir [4]. Ayrıca Winkler [24], dormant haldeki asma çeliklerinin adventif kök oluşturabilmesi için karbon deposunun önemli olduğunu söylemiştir. Kolay köklenen asmalarda (örneğin 5BB) karbonhidrat kaynağının adventif kök oluşumunda kullanılmasıyla birer karbonhidrat kaynağı olan nişasta, sukroz ve organik azot miktarı hızlıca azalmaktadır [4]. Köklenme üzerine yedek besin deposu da oldukça önem taşımaktadır. Aşılı-köklü asma fidanı elde edilmesinde, çubuğun içerdiği şeker ve nişasta miktarı başarıyı etkileyen önemli unsurlardan biridir. Asma çeliklerinde 1 gr kuru kallus tabakasının oluşabilmesi için 3.2 gr, 1 gr kuru kök için 4 gr şeker ihtiyacı vardır. Yeterli miktarda yedek karbonhidrat içermeyen aşı materyali ile yapılan aşılmalarda çimlendirme odalarından çıkan fidanların dış görünüşleri iyi olmasına rağmen, yedek enerji kaynağının

tükenmesi sonucu fidanlığa dikilen bu çelikler köklenmeden kurdukları için fidan randımanı önemli ölçüde azalmaktadır. Çeliklerin bünyelerinde yeterince karbonhidrat depolamış olup olmadıkları odun dokusunun öze oranıyla anlaşılmaktadır [25]. Öz / odun oranının 1/3 dolayında olması ideale yakın bir olgunlaşmanın göstergesi olarak kabul edilmektedir. Öz ne kadar geniş ise sürgünün o nispette kötü olgunlaştığı anlaşılmaktadır [26]. Bartolini vd. [27] de 140 Ru anacında köklenme ile çeliklerdeki çözünür karbonhidrat düzeyi arasında bir korelasyon belirlemiştir. Karbonhidrat yeni hücrelerin oluşumu için enerji kaynağıdır.

Bartolini vd. [27] yaptıkları bir çalışma sonucunda, 140 Ruggeri anacı çeliklerinin köklenmesi ile çözünür karbonhidratların elverişliliği arasında bir korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada köklenmenin, dormansinin sonunda hızlıca azalan büyük miktarda çözünür karbonhidratlar ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. İlk 20 gün boyunca, karbonhidratların azalması, kök primordiyumunu teşvik eden dokuların yeniden aktif olmasına yol açmıştır. Karbonhidrat, kök taslaklarının oluşumunda kullanılmaya başlanmıştır. Soğukta muhafaza, karbonhidratların hareketliliğini tetiklemiştir. Soğukta muhafaza, dormansinin azalmaya başlamasını tetiklemekte; bu ise karbonhidratların harekete geçerek kök taslaklarının yapımında kullanılmasına yol açmıştır. Soğukta muhafazada ilk 10 günde meristematik hücreler oluşmakta; 40 güne kadar ise kök primordiyumu (taslak) oluşumu sürmektedir. Araştırmacılar, 30 günün sonunda karbonhidrat elverişliliğinin artışı (karbonhidrat çözünmesi), muhtemelen çeliklerde sürgün oluşumu ve kök büyümesi ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca geniş miktarda bir karbonhidrat kaynağının köklenme sürecini başlattığını ve bu süreçte yer aldığını ifade etmişlerdir. Altman ve Wareing (1975) ile Okoro ve Grace (1976), yaprakların köklenme sürecine etkisinin karbonhidrat metabolizmasını engellemesinin bir sonucu olduğunu ispatlamışlardır [27].

Hartman vd. [5] ise doğal kök oluşumunun, karbonhidrat ve azot ile ilişkili optimum bir oksin düzeyinin birikmesiyle tetiklendiğini ifade etmişlerdir. Hartman vd. [5], yapraklarda ve gözlerde üretilen içsel köklenme uyarıcı maddelerin konsantrasyonunun ve karbonhidratların yüksek oranda sürgünün alt kısmında birikme olasılığı olduğundan köklendirilecek çeliğin asma sürgününün alt kısmından alınması gerektiğini ifade etmişlerdir.

2.1.5. Adventif kök oluşumu ile asma beslenmesi arasındaki ilişki

Asma beslenmesi de çelik köklendirilmesinde önem taşımaktadır. Bununla ilgili olarak inorganik karbon bileşiklerinin, asma çeliklerinde adventif kök oluşumunu uyarabileceğine dair görüşler bulunmaktadır. Curtis (1918), potasyum permanganat'ın ($KMnO_4$) adventif kök büyümesini artırdığını bildirmiştir [4]. Makro ve mikro besinler de adventif kök oluşumunda önemlidir. Özellikle azot, magnezyum, çinko ve bor adventif kök oluşumunu önemli derecede etkilemektedir. Bir çalışmada adventif kök oluşumu için fosfor ve potasyuma oranla daha çok azotun gerekli olduğu belirtilmiştir [4].

2.1.6. Adventif kök oluşumunda etkili olan diğer etmenler

Kök bölgesindeki sıcaklık: Asmada genellikle kök bölgesinde sıcaklık $10^{\circ}C$ olunca kök oluşumu başlamaktadır ve kök oluşumu için en uygun aralık $25-26^{\circ}C$ olup çeşide göre bu sıcaklık $35^{\circ}C$ 'ye kadar çıkabilmekte; fakat $35^{\circ}C$ 'den sonra kök oluşumu ya çok yavaşlamakta ya da durmaktadır [1].

Işıklanma süresi: Kısa gün (8 saatten az güneşlenme) koşullarında sürgün büyümesinin yavaşlaması, kök gelişiminin artmasına neden olmaktadır [1].

Gölgeleme: Köse [28], asma çeliklerinde gölgeleme yapılmış serada dış ortama göre daha yüksek köklenme oranı belirlemiştir. Bunun nedeni olarak, gölgeleme yapılmış yerde çelikleri terleme ile su kaybının daha az olması gösterilebilir [1].

Polarite: Bir asma çeliğinin üst kısmı gövde yapıcı, alt kısmı ise kök yapıcı özellikte olup bu özelliğe ‘polarite’ denilmektedir; asma çeliklerinde polarite sağlanmadığı takdirde asma kök oluşturamaz ve kurur [1].

Genetik: Köklenmenin halen bitki fizyolojisinde en büyük sorunlardan birini teşkil ettiğini belirten Bouard ve Pouget [7], asma çeliklerinde köklenmenin çeşitlere bağlı olduğunu, kültür asmasının çelikleri çok kolay köklendiği halde Amerikan asma anaçlarında bu durumun çok değiştiğini kaydetmektedirler. Çelik [1] *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. labrusca*, *V. vinifera*’nın kolay köklendiğini; *V. berlandieri*’nin bazı çeşitlerinin zor köklendiğini; *V. rubra*, *V. aestivalis*, *V. candicans*, *V. cordifolia* ve *V. berlandieri*’nin büyük çoğunluğu ile Asya kökenli çeşitlerin genellikle ya hiç köklenmediğini ya da %5 gibi çok az oranda köklendiğini belirtmiştir. Ayrıca Çelik ve Uyar [29] Dogridge, Ramsey, 140R, 110R, 41B anaçlarının çeliklerinin zor köklendiğini ifade etmişlerdir. Turmina vd. [30] de yapmış oldukları bir çalışmanın sonucunda 99R anacının 1103P ve 101-14 anaçlarına oranla daha yüksek köklenme yüzdesine (%38,66) ve 101-14 anacının en fazla kök sayısına (22,2 adet) sahip olduğunu ve ayrıca en düşük taze kök ağırlığının 99R’de olup kök uzunluğu bakımından anaçlar arasında önemli farklılıklar olmadığını açıklamışlardır.

Toprak faktörleri: Adventif kök oluşumu için toprakta drenaj sorunu, tuzluluk, keseklilik, geçirimsiz tabaka, yetersiz toprak derinliği, aşırı kireç vb. olmamalı ve toprak içerisinde yeterli miktarda organik madde, uygun toprak pH’sı (alkali ve asit karakterli topraklar kökler üzerine toksik etki yapmaktadır [1]), toprak mikro ve makro canlıları vb. olmalıdır. Ağır bünyeli ve geçirimsiz topraklar kök oluşumunu sınırlamakta ve de aşırı su tutmalarıyla beraber köklerde çürümeye neden olmakta; iri çaplı çakıllı ortam köklenmeyi sınırlamakta, tınlı, kumlu-tınlı toprak tipleri su tutma ve havalanma kapasitelerinin iyi olması ve bitki besin maddeleri içermesiyle kök oluşumunu artırmaktadır. İyi bir kök oluşumu için uygun toprak havası, toprak suyu ve yeterince oksijen bulunmalıdır.

2.2. Adventif Kök Oluşumuna Yönelik Çalışmalar

2.2.1. Adventif kök oluşumunda bitki büyümesini düzenleyici madde uygulamalarının etkisi

Kroin [31], adventif kök oluşumunda oksin uygulaması ile ilgili yapmış olduğu bir çalışmada; sulu IBA çözeltisinin yapraklara uygulandığında, IBA’in açık olan stomalardan bitkinin vasküler sistemine giriş yaptığını, oradan bazal kısma taşındığını ve bitkinin bunu kök oluşumu için depo ettiğini belirtmiştir. Dışsal uygulanan IBA, çelikte kolayca içsel IAA’e dönüşmektedir [4]. Bununla ilgili olarak indol butirik asitin asma çeliğinin köklendirilmesinde denendiği birçok çalışma mevcuttur. Turmina vd. [30] *Trichoderma spp.* (20000 ppm), *Cyperus rotundus* ekstraktı (10000 ppm) ve floroglusinol (2000 ppm) uygulamalarının asma çeliklerinin köklenmesi üzerine etkilerini belirlemek için 1103P, 99R ve 101-14 anaç çeliklerinin kullanıldığı çalışmada IBA (2000 ppm) uygulamasını kıyas uygulama olarak

seçmişlerdir; kallus yüzdesi 99R anacında sırasıyla *Trichoderma* spp. (%60), IBA (%40) ve floroglusinol (%46,66), 1103P anacında floroglusinol (%33,33) ve IBA (%13,33) kontrole göre daha fazla olmuş iken 101-14 anacında uygulamalar kallus oluşumunda sıkıntı oluşturmuş, fakat yine de diğer uygulamalar kök sayısını azaltırken IBA uygulaması ise artırmıştır; ayrıca araştırmacılar *Trichoderma*, floroglusinol ve *Cyperus rotundus* ekstraktının asma çeliği köklendirilmesi için önerilmez olduğunu ve IBA uygulamasının anaçlar için en iyi etkileri gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Köklendirme çalışmalarında IBA'nın farklı dozları da denenmektedir. Ali ve Saif [32], 600 ppm dozun 400 ppm doza oranla daha çok köklenme yüzdesi sağlamış olduğunu; Mohammed [33], Ramsey anaç çeliklerinde köklenme yüzdelerinin 500 ppm dozunda ilk yıl %83,90 ve ikinci yıl %84,42, 1000 ppm dozunda ise %73,66 ve %72,19 olduğunu; Hasandede ve Kalecik Karası çeşitlerinin yeşil çeliklerinin 6000 ve 7500 ppm IBA dozlarına hızlı daldırma yöntemiyle uygulandığı köklendirme çalışmasında Dirican ve Çakır [34], optimum kök gelişmesi bakımından Hasandede çeşidi için 6000 ppm ve Kalecik Karası çeşidi için ise 7500 ppm IBA dozunun önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Çeliklerin dip kısımlarına 5 sn 1000 ve 2000 ppm IBA uygulamasının yapıldığı bir çalışmada, 1000 ppm IBA uygulaması köklenme yüzdesi ve 2000 ppm IBA uygulaması ise kök sayısı bakımından öne çıkmıştır [35].

Muscat üzüm çeşidine ait çeliklerin dip kısımlarının 10 sn boyunca farklı IBA, deniz yosunu ve humik asit dozlarına (2000, 3000 ve 4000 ppm; %1, %2 ve %3; %1, %2 ve %3) batırıldığı bir çalışmada ise en erken köklenme, en fazla kök uzunluğu, en fazla kök sayısı ve en fazla taze kök ağırlığı 3000 ppm IBA uygulamasında gerçekleşmiştir [36].

Daskalakis vd. [37] 1103P, SO4 ve Dog ridge anaçları ile Cabernet franc çeşidi çeliklerinin kullanıldığı ve 120 ve 250 ppm IBA dozlarının uygulandığı hidroponik ortamda köklendirme çalışmasında en iyi köklenmenin 250 ppm IBA uygulamasına ait çeliklerin orta kısımlarında olduğu ifade edilmiştir.

Köklendirme çalışmalarında naftelen asetik asit de kullanılmaktadır. Thompson Seedless ve Crimson Seedless üzüm çeşitlerine ait çeliklerinin köklendirilmesinde 10 sn süreyle 1000, 2000 ve 3000 ppm NAA çözeltisinin uygulandığı bir çalışmada köklenme yüzdesi bakımından önemli farklılık olmamakla birlikte kök sayısı bakımından 1000 ppm dozu en yüksek değeri almıştır [38].

Yine bir oksin olan indol asetik asit de köklendirme çalışmalarında kullanılmaktadır. Gökbayrak vd. [39] 5BB anaçı ve Cabernet Sauvignon çeliklerinde adventif kök oluşumu üzerine melatonin (0, 0.1, 0.5 ve 1.0 µM, 10 saniye daldırma) ve IAA'nın (0, 5.7, 11.4 ve 16.1 µM, 5 sn daldırma) etkileri üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Melatonin de tıpkı IAA gibi triptofandan sentezlenmektedir. Sonuç olarak, artan IAA konsantrasyonlarının 5BB anacında köklenme yüzdesini artırdığı ve 0.1 ve 0.5 µM melatonin uygulamalarının köklenmeyi teşvik ettiği; Cabernet Sauvignon çeliklerinde köklenme düzeyinin uygulamalara göre değişiklik göstermediği ve artan melatonin dozlarının köklenme üzerine olumsuz etkide bulunduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada ise indol asetik asitin potasyum tuzunun (KİAA) asma çeliği köklenmesinde etkisi araştırmıştır. Çalışmada Korinka russkaya ve Victoria üzüm çeşitlerine ait çeliklere 5000 ve 10000 ppm KİAA ve 3000 ppm IBA uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak, KİAA uygulamasının IBA uygulaması gibi her iki çeşitte köklenme sürecini önemli ölçüde geliştirdiği bildirilmiştir [40].

Çalışmalar incelendiğinde belli düzeydeki oksin miktarı köklenmeyi teşvik ederken, fazla dozların köklenmeyi sınırladığı anlaşılmaktadır. Bununla ilgili olarak, Smart vd. [4] uygun dozdaki oksin miktarının köklenmeyi teşvik ederken, oksinin yüksek dozlarının köklenmeyi sınırlayacağını; bazı bitki türlerinde içsel oksin fazlalığının da köklenmeyi zorlaştırdığını ifade etmişlerdir.

Oksinin köklenme üzerine etkisiyle ilgili olarak farklı görüşler de vardır. Went [15], oksinin yalnızca “rizokalin / rhizocaline” gibi diğer özel büyüme faktörleri ile kombinasyonlarında kök oluşumunu etkilediğini vurgulamıştır. Buna ilaveten; rizokalin ile ilgili iyi bir kanıt bulunmamaktadır; temelde kök oluşturucu hormon olarak kabul edilmekte olup oksin-fenolik ortaklaşmasından oluşmaktadır.

Oksin uygulamaları ile diğer bitki büyümesini düzenleyici maddelerin köklenme üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalar da mevcuttur. Thompson Seedless üzüm çeşidine ait odun çeliklerine farklı büyüme düzenleyici madde uygulamalarının (100, 300 ve 500 ppm IAA; 1000, 2000 ve 3000 ppm IBA ve 50, 100 ve 150 ppm GA3) yapıldığı bir çalışmada kök sayısı, kök uzunluğu, kök kalınlığı ve kök ağırlığı bakımından 2000 ppm IBA uygulaması en yüksek değerlere sahip olmuştur. 150 ppm GA3 uygulaması da incelenen ölçütler bakımından dikkat çekmektedir [41].

Brassinosteroid grubu bitki büyümesini düzenleyici maddeler de oksin gibi köklenmeyi teşvik edebilir bulunmuştur. Bununla ilgili olarak, Uzunoğlu ve Gökbayrak [42] IBA (0, 1000, 1500, 2000 ve 4000 ppm, 5 saniye daldırma), 28-homobrassinolide ve 24-epibrassinolide (0, 10, 0,25, 0,50 ve 1,00 ppm, 10 dakika daldırma) uygulamalarının farklı Amerikan asma anaçlarında (140Ru ve 41B) adventif kök oluşumunda etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, 41B anacında 1500 ppm IBA ve 1.00 ppm homobrassinolide uygulamaları köklenmeyi uyarı, epibrassinolide herhangi bir katkı göstermemiş; 140Ru anacında 1000 ppm IBA, 0.50 ve 1.00 homobrassinolide ve tüm epibrassinolide dozları köklenmede göze çarpan katkılarda bulunmuş ve brassinosteridlerin asma anaç çeliklerinde köklenmeyi teşvik etmede kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Bitki büyümesini düzenleyici diğer maddeler de köklenmeyi etkilemektedir. Bir çalışmada, giberellik asit ve absisik asit, asma çeliklerinin köklenmesini geçici olarak engellerken, BAP (benzil amino pürin) tamamen durdurmuştur. BAP uygulanmış çeliklerde içsel IAA, dikimden 30 gün sonra kontrole göre, göreceli olarak, çelik başına ve g taze ağırlık başına 12,6 ve 19,4 kat olmak üzere doğrusal olarak artış göstermiştir. Giberellik asit uygulanmış çeliklerde, yayılabilir IAA düzeyi deney süreci boyunca kontrol çeliklerine oranla daha yüksek olmuştur; ekstrakte edilebilir IAA'nın değişme şablonu, kontrole aynı olmuştur. ABA (absisik asit) uygulanmış çeliklerde, dikimden 10 gün sonra kontrol çeliklerine göre ekstrakte edilebilir IAA içeriği önemli derecede düşük olmuştur. ABA tomurcuk aktivitesini bastırarak köklenmede durgunluğa neden olabilirken; giberellik asit doğrudan kök oluşumunu sınırlandırabilmektedir. Sitokininler ve giberellinler genel olarak adventif kök oluşumunu sınırlamaktadır. Bazı çevresel koşullar altında bazı türlerde giberellin kök oluşumunu sağlamaktadır. Etilen kök oluşumunu uyarabilirken; çeliklerde ABA uygulaması adventif kök oluşumu ile ilgili birtakım tepkimeler başlatabilmektedir [15].

Başka bir çalışmada Lesham ve Lunenfeld [43], dışsal chronic gonadotropin (HCG, hayvansal bir steroid hormon) uygulamasının gibberelline antagonistik etki yaparak gibberellinin engelleyici etkisini kaldırarak oksin uygulaması olmaksızın adventif kök oluşumu

sağlandığı ifade etmişlerdir. HCG uygulamaları, çeliklerin bazal (alt) kısımlarındaki içsel gibberellin seviyesini azaltıp apikal (uç) kısımlara yöneltip gibberellinlerin uçta birikmesini sağlayarak köklenmeyi artırmıştır. Bu olay şöyle olmaktadır: steroid ile gibberellinlerin öncü maddesi olan mevalonic asitin ortak olması; gonadotropin ise mevalonic asitin steroid oluşumunda görev almasını sağlayarak gibberellin oluşumunda kullanılacak mevalonic asit seviyesini azaltarak gibberellin seviyesini azaltmakta ve engelleyici bir maddenin azalmasından dolayı adventif kök oluşumu artmaktadır [43].

Bitki büyüme düzenleyiciler grubunda yer alan AVG'nin de hem etilen sentezini hem de köklenmeyi baskıladığı bildirilmiştir [44].

2.2.2. Köklendirme ortamlarının adventif kök oluşumundaki etkileri

Adventif kök oluşumuna etki eden etmenlerden bir diğeri de köklendirme ortamıdır. Köklendirme ortamı olarak toprak, kum, perlit, torf, volkanik tüf gibi maddeler kullanılmaktadır. Köklendirme ortamlarından kum süzektir ve su tutma kapasitesi düşüktür; perlitin ise su tutma kapasitesi yüksek olmasına rağmen bünyesindeki suyu ortama yeterince veremez. Bu yüzden kum ve perlit ortamının sık sulanması gerekir. Kum ve perlitin köklendirme ortamı olarak kullanılmasıyla ilgili olarak Sabır vd. [45] serada Rupestris Amerikan asma anacı çeliklerinin köklenme ve sürgün oluşturmaya farklı köklendirme ortamlarının (kum, perlit, peat, talaş, kum+perlit, perlit+peat, kum+perlit+peat ve perlit+peat+talaş) ve oksin uygulamalarının (kontrol, 500, 1000 ve 2000 ppm IBA) etkilerini araştırmışlar ve sonuç olarak köklenme açısından en uygun köklendirme ortamının perlit olmasına rağmen kumun kök sayısı, kök ağırlığı, sürgün uzunluğu ve sürgün çapı bakımından önemli çıktığını, bunun yanı sıra 500 ppm IBA uygulamasının faydalı olduğunu ve yüksek düzey oksin uygulamasının fayda sağlamadığını belirtmişlerdir.

Köklendirme ortamlarının çelik köklenmesinde etkilerinin belirlenmesi amacıyla Mohamed [33] tarafından Ramsey anacında yapılan bir çalışmada, dikim ortamlarından (kum, turba yosunu, talaş, kum: turba yosunu (1:1), kum: talaş (1:1) ve kum: turba yosunu: talaş (1:1:1)) kum: turba yosunu: talaş en yüksek köklenme yüzdesini vermiştir (%83,35 ve %82,84); kum: talaş ortamı ikinci sırada (%81,64 ve %80,53) ve turba yosunu ise en düşük değere (%65,65 ve %62,13) sahip olmuştur.

Thompson Seedles, Crimson Seedless ve Red Globe çeşitlerine ait çeliklerin çeşitli köklendirme ortamlarında (silt, silt (%75) + çiftlik gübresi (%25), silt (%25) + şeker kamışı posası (%75) ve silt (%25) + şeker kamışı posası (%55) + Hindistan cevizi lifi ortamı (%25)) köklendirilmesi çalışmasında köklenme yüzdesi en fazla silt + şeker kamışı posası + Hindistan cevizi lifi ortamı ve sonrasında silt + şeker kamışı posası ortamında gerçekleşmiştir [46].

Hussein vd. [47], farklı tarımsal ortamların (turba yosunu, nehir toprağı) ve yaralamaların (yaralama yok, tek taraflı yaralama, çift taraflı yaralama) yarı odunsu asma çeliklerinde köklenme üzerine etkilerini incelemişlerdir. Başta köklenme yüzdesi olmak üzere tüm inceleme ölçütleri bakımından turba yosunu ve tek taraflı yaralama ön plana çıkmıştır.

2.2.3. Adventif kök oluşumunda diğer uygulamaların etkileri

Çelik muhafaza süresi: Küçükbaşmacı Sabır ve Sabır [48], 1°C'de %80-90 nemde soğuk hava deposunda ve bundan ayrı olarak açık havada kum ortamında 6, 7 ve 8 ay

muhafaza ettikleri kalem ve anaç çeliklerinin hidroponik ortamda köklenmesi üzerine çalışmışlardır. Sonuç olarak uzun süreli muhafaza için soğuk hava deposunda bekletme, kısa süreli bekletme için ise kum havuzunda bekletme önerilmiştir. Çeşitler bakımından ise ufak farklılıklar oluşmuştur.

Suda bekletme: Mohamed [33], Ramsey anacında köklenme yüzdesinin 24 saat suda tutulan çeliklerde birinci yıl %79,53 ve ikinci yıl %81,24 ve 12 saat suda tutulan çeliklerde ise %76,04 ve %72,45 olarak gerçekleştiğini ifade etmiştir.

Alternatif akım uygulaması: Kök [49], 140Ru anaç çeliklerini 24 saat suya yatırdıktan sonra alternatif akım (1, 2 ve 3 saat; 0, 110, 220 ve 380 V) uygulamış ve kum-perlit ortamında köklenmeye almıştır. En fazla adventif kök oluşturma yüzdesi sırasıyla 1 saat 220V (%87,5), 2 saat 220V (%84,37), 3 saat 220V (%81,25), 1 saat 110V (%78,13) ve 2 saat 110V (%76,25) uygulamalarında gerçekleşmiş; 110V ve 220V uygulamalarında adventif kök sayısı ve adventif kök uzunluğu daha fazla olmuştur (11,84 – 13,87 : 9,27 – 11,08).

Gümüş nanopartikül uygulaması: Kara vd. [50], Öküzgözü üzüm çeşidi çekirdek ekstraktları ile kaplanmış gümüş nitrattan elde etmiş oldukları gümüş nanopartiküllerinin, 41B odunlaşmış çeliklerinin köklenmesindeki etkisini belirlemişlerdir. Köklenme düzeyi kontrol grubunda 1,5, 50 ppm IBA uygulamasında 3,83 ve gümüş nanopartikül uygulamasında ise 3,66 olmuştur. Sonuç olarak gümüş nanopartikül uygulaması, IBA kadar olmasa da köklenme üzerine katkıda bulunmuştur.

Rizobakteri uygulaması: İşçi vd. [51], Ramsey çeliklerinin köklenmesinde bitki büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR; EMA1, EMA6, EMA24, EMA MEDIA, EMA CALLUS, EMA QUICK DIP) (1, 6 ve 24 saat daldırma) ve IBA (24 saat uzun daldırma ve 4 saniye hızlı daldırma) uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. EMA1 uygulaması, IBA uygulamalarına oranla köklenmeyi daha çok teşvik etmiş (%56,7); EMA1 ve EMA MEDIA uygulamalarında köklenme düzeyi sırasıyla 3,5 ve 3,3 olmuş; en fazla kök uzunluğu sırasıyla IBA 25, EMA MEDIA ve EMA1 uygulamalarında (37,6:37,2 ve 34,1 cm) belirlenmiş; EMA1 ve EMA6 uygulamaları en fazla taze kök ağırlığının sahip olmuştur (9.8 ve 9.5 gr). Araştırmacılar, EMA1 ve EMA6 uygulamalarında incelenen köklenme ölçütlerinin daha yüksek değerler almış olduğunu bildirmişlerdir.

Çok faktörlü uygulamalar: Ramsey anaç çeliklerinin farklı sürelerde suya daldırılmasının (12 saat ve 24 saat) ve sonrasında diplerinin farklı IBA dozlarına batırılmasının (0, 500 ve 1000 ppm, 20 sn) ardından altı farklı köklendirme ortamına (kum, turba yosunu, talaş, kum:turba yosunu (1:1), kum:talaş (1:1) ve kum:turba yosunu:talaş (1:1:1)) dikiminin yapıldığı bir çalışmada, en yüksek köklenme yüzdesi, 24 saat suda bekletme 500 ppm IBA uygulaması kum:turba yosunu:talaş dikim ortamındadır (%94,66 ve %95,25) ve ayrıca en fazla kök sayısı (13,85 ve 14,73 adet), en fazla taze kök ağırlığı (1.98 ve 2.05 gr) ve en fazla kök uzunluğu (20,15 ve 18,79 cm) yine bu interaksyondadır [33]. Yine bir başka çalışmada farklı ön boyutlandırılmış köklendirme bloklarına (kâğıt saksı ve fenolik köpük) IBA konsantrasyonları (0, 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm) enjekte edilmiş ve içlerine hızlı daldırma yöntemiyle 2000 ppm IBA uygulanan Ramsey asma anacı çelikleri dikilmiştir. Araştırmacılar, çoğu köklenme ölçütleri bakımından kâğıt saksı ön plana çıksa da en yüksek köklenme oranının (%43,2), 30 ppm IBA enjekte edilen fenolik köpük ortamına dikilen çeliklerden elde edildiğini bildirmişlerdir [52].

3. SONUÇ

Adventif kök oluşumu çoğaltmada oldukça önemli bir konudur. Asma çeliklerinden yeni fidan elde ederken adventif kök oluşumundan yararlanılmaktadır. Bundan dolayı bu derleme çalışmasında ana bitkiden ayrılan asma çubuğunun çeşitli ortamlara (kum:toprak:gübre gibi) dikildikten sonra nasıl kök oluşturduğu; adventif kök oluşumunu hangi hususların etkilediği (içsel hormonlar, genetik ve toprak faktörleri gibi) ve adventif kök oluşumunu hangi uygulamaların artıracacağı (genelde dışsal bitki büyümesini düzenleyiciler) gibi konulara değinilmiştir. Bu çalışma ile adventif kök oluşumunun anlaşılması ve ilerisi araştırmalar için fikir oluşturulması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] S. Çelik, *Bağcılık (Ampeloloji)*. Tekirdağ, Genişletilmiş 2. Baskı Cilt 1, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, s. 428, 2007.
- [2] FAO, (2019). Erişim Tarihi: 24.03.2021. [Online]. <http://fao.org/faostat>
- [3] H. Çelik, "Asma Fidanı Üretim Teknikleri, Önerilen Çeşitler ve Yenilikler," *Fidancılık Sektör Analizi ve İnovasyon Çalıştayı*, Antalya/Türkiye, 20-22 Ekim. Erişim Tarihi: 24.03.2021. [Online]. <https://docplayer.biz.tr/106226971-Asma-fidani-uretim-teknikleri-onerilen-cesitler-ve-yenilikler.html>
- [4] D. R. Smart, L. Kocsis, M. A. Walker and C. Stockert, "Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants." *J. Plant Growth Regul.*, vol. 21, pp. 296-314, 2002.
- [5] H. T. Hartmann, D. E. Kester and F. T. Davies Jr, "Plant Propagation Principles and Practices," 5th edn., *Prentice – hall, Inc. Englewood cliffs*, 1990.
- [6] J. Bouard and R. Pouget, "Physiologie de la croissance et du developpment, sciences et technigues de la vigne," *Tome*, vol. 1, pp. 329-413, 1971.
- [7] Y. S. Ağaoğlu, *Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi-1)*. Ankara, Kavaklıdere Eğitim Yayınları, s. 445, 2002.
- [8] S. J. Ayoub and M. M. Qrunfleh, "Anatomical aspects of rooting 'Nabali' and 'Raseci' olive semi-hardwood stem cuttings". *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 2, No. 1, pp. 16-28, 2006.
- [9] Y. Kawai, "Changes in endogenous IAA during rooting of hardwood cuttings of grape, 'Muscat Bailey A' with and without a bud," *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, vol. 65, no. 1, pp. 33-39, 1996.
- [10] M. Nakano, E. Yuda and S. Nakagawa, "Studies on rooting of the hardwood cuttings of grape vine, cv. 'Delaware'," *I. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, vol. 48, no. 4, pp. 385-394, 1980.
- [11] Y. Kawai, M. Ryuzoji and S. Hiratsuka, "Effect of disbudding on rooting of dormant grapevine cuttings," *Acta Hort.*, vol. 640, pp. 265-268, 2004.
- [12] P. Thomas and J. W. Schiefelbein, "Roles of leaf in regulation of root and shoot growth from single node softwood cuttings of grape (*Vitis vinifera*)," *Ann. Appl. Biol.*, vol. 144, pp. 27-37, 2004.
- [13] B. C. Jarvis, "Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings, In New Root Formation in Plants and Cuttings," *Martinus Nijhoff Publishers*, Dordrecht, pp. 191-222, 1986.

- [14]H. Kracke, G. Cristoferi and B. Marangoni, "Hormonal changes during the rooting of hardwood cuttings of grapevine rootstocks," *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 32, no. 2, pp. 135-137, 1981.
- [15]Y. Kawai, "Effects of exogenous BAP, GA3 and ABA on endogenous auxin and rooting of grapevine hardwood cuttings," *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, vol. 66, no. 1, pp. 93-98, 1997.
- [16]K. Yıldız ve H. Yılmaz, "Adventif Kök Oluşumu Üzerine Etilenin Etkisi," *Derim*, vol. 18, no. 1, s. 39-45, 2001.
- [17]R. Cangı, "Aşılı asma fidanı üretimi ve aşı kaynaşmasının anatomik, histolojik ve biyokimyasal olarak incelenmesi," Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 1995.
- [18]Z. Kraiem, W. Aidi Wannas, A. Zairi and B. Ezzili, "Effect of cutting date and position on rooting ability and fatty acid composition of Carignan (*Vitis vinifera* L.) shoot," *Scientia Horticulturae*, vol. 125, pp. 146-150, 2011.
- [19]H. Yılmaz, T. Taşkın and B. Otludil, "Polyphenol oxidase activity during rooting in cuttings of grape (*Vitis vinifera* L.) varieties," *Turk J. Bot.*, vol. 27, pp. 495-498, 2003.
- [20]G. Bartolini, M. A. Toponi and P. Pestelli, "Free polyamine variations in rooting of *Vitis* rootstock 140 Ruggeri," *Adv. Hort. Sci.*, vol. 23, no. 2, pp. 113-117, 2009.
- [21]R. Kaur-Sawhney, A. F. Tiburcio and A. W. Galston, "Spermidine and flower-bud differentiation in thin-layer explants of tobacco," *Planta*, vol. 173, pp. 282-284, 1988.
- [22]H. Cheikhrouhou, M. Zrida and B. Ezzili, "Rooting abilities in *Vitis vinifera* L.: Evaluation in Perle Noir cutting," *Agricultural Sciences*, vol. 6, pp. 498-504, 2015.
- [23]G. Bartolini, M. A. Taponi and L. Santini, "Propagation by cuttings of two *Vitis* rootstocks - diffusion of endogenous phenolic compounds into the dipping waters," *Phyton-Intl J. Exp. Bot.*, vol. 52, pp. 9-15, 1991.
- [24]A. J. Winkler, "Some factors influencing the rooting of vine cuttings," *Hilgardia*, vol. 2, no. 8, pp. 329-349, 1927.
- [25]A. Dardeniz, "Asma fidancılığında bazı üzüm çeşidi ve anaçlarda farklı ürün ve sürgün yükünün üzüm ve çubuk verimi ile kalitesine etkileri üzerine araştırmalar," Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2001.
- [26]H. Çelik, Y. S. Ağaoğlu, Y. Fidan, B. Marasalı ve G. Söylemezoğlu, *Genel Bağcılık*. Ankara, Sun Fidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, 1988.
- [27]G. Bartolini, P. Pestelli, M. A. Toponi and G. Di Montez, "Rooting and carbohydrate availability in *Vitis* 140 Ruggeri stem cuttings," *Vitis*, vol. 35, no. 1, pp. 11-14, 1996.
- [28]B. Köse, "Samsun ekolojik şartlarında tüplü asma fidan yetiştiriciliğinde ışık ve sıcaklığın vegetatif gelişme ve fidan kalitesi üzerine etkisinin saptanması," Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Samsun, 2006.
- [29]H. Çelik ve Z. Uyar, "Serada tüplü asma fidanı üretiminde tüp büyüklüğünün fidan randımanı ve kalitesi üzerine etkileri," *Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri*, İzmir/Türkiye, vol. 2, s. 467-471, 13-16 Ekim 1992.
- [30]A.G. Turmina, A.P.F. Lima, S.C. Uber, L. Rufato, A.R. Rufato and A.F. Fagherazzi, "Different inductors for rooting vine rootstocks 'Paulsen 1103', 'R-99' and '101-14'". *Acta Horticulturae*, No. 1157, pp. 423-428, 2017.
- [31]J. Kroin, "How to Successfully Use Aqueous (Water Based) IBA Rooting Solutions," presented at the 2012 International Plant Propagator's Society, Western Regional Meeting, September 19-22, 2012.
- [32]M. S. M. Ali and M. I. Saif, "The impact of some treatments on improving grape cuttings rooting". *Hortscience Journal of Suez Canal University*, Vol. 1, pp. 227-231, 2013.
- [33]G. A. Mohamed, "Water soaking duration, Indole butyric acid and rooting media and their

- effect on rooting ability of Ramsey grapevine rootstock cuttings”. *Middle East Journal of Applied Sciences*, Vol. 7, Is. 4, pp. 1080-1100, 2017.
- [34]O. Dirican and Ş. Çakır, “*Vitis vinifera* L. a commonly used plant in public health: effect of iba applications on rooting metabolism of vine wood cuttings obtained from different regions”. *FABAD J. Pharm. Sci.*, Vol. 42, No. 2, pp. 95-102, 2017.
- [35]N. M. Ameen Alimam and N. Saif Aldeen Agha, “Rooting behavior of six grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) using indole butyric acid”, *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, Vol. 33, No.1, pp. 135-142, 2021.
- [36]S. Chakraborty and M. Rajkumar, “Effect of growth regulators and organic substances on rooting of grapes (*Vitis vinifera* L.) Cv.Muscat.” *Asian Journal of Science and Technology*, Vol. 09, No. 07, pp. 8418-8421, 2018.
- [37]I. Daskalakis, K. Biniari, D. Bouza and M. Stavrakaki, “The effect that indolebutyric acid (IBA) and position of cane segment have on the rooting of cuttings from grapevine rootstocks and from Cabernet franc (*Vitis vinifera* L.) under conditions of a hydroponic culture system.” *Scientia Horticulturae*, Vol. 227, pp. 79-84, 2018.
- [38]S. Ahmed, M. A. Jaffar, N. Ali, S. Ahemd, M. Ramzan and Q. Habib, “Effect of naphthalene acetic acid on sprouting and rooting of stem cuttings of grapes”. *Science Letters*, Vol. 5, No. 3, pp. 225-232, 2017.
- [39]Z. Gökbayrak, H. Engin and H. Kiraz, “Effects of Melatonin and IAA on adventitious root formation in rootstock 5BB and cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.)”. *KSU J. Agric Nat*, Vol. 23, No. 4, pp. 835-841, 2020.
- [40]H. Shaimaa Shaimaa, A. Shalamova Anna and G. Aleksandr Abramov, “Rooting stimulation of “Victoria” and “Korinka Russkaya” grape hardwood cuttings as influenced by potassium salt of indolyl-3-acetic acid (KIAA)”. *Vegetable Crops of Russia*, Vol. 1, pp. 70-73, 2020.
- [41] M. K. Rolaniya, M. Bairwa, Khushbu and S. Sarvanan, “Effect of plant growth regulators (IA, IBA, GA3) on rooting of hardwood cutting of grape (*Vitis venifera* L.) cv.Thompson Seedless”. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, pp. 398-400, 2018.
- [42]Ö. Uzunoğlu and Z. Gökbayrak, “Influence of IAA, 28-homobrassinolide and 24-epibrassinolide on A adventitious rooting in grapevine”. *COMU J. Agric. Fac.*, Vol. 6, No. 1, pp. 23-30, 2018.
- [43]Y. Leshem and B. Lunenfeld, “Gonadotropin promotion of adventitious root production on cuttings of *Begonia semperflorens* and *Vitis vinifera*”, *Plant Physiol.*, vol. 43, pp. 313-317, 1968.
- [44]A. González, R. S. Tamés and R. Rodríguez, “Ethylene in relation to protein, peroxidase and polyphenolase activities during rooting in hazelnut cotyledons,” *Physiologia Plantarum*, vol. 83, no. 4, pp. 611-620, 1991.
- [45]A. Sabır, Z. Kara, F. Küçükbasmaçlı and N.K. Yücel, “Effects of different rooting media and auxin treatments on the rooting ability of *Rupestris du Lot* rootstock cuttings,” *Food, Agriculture & Environment (JFAE)*, vol. 2, no. 2, pp. 307-309, 2004.
- [46]A. Jaleta and M. Sulaiman, “A review on the effect of rooting media on rooting and growth of cutting propagated grape (*Vitis vinifera* L.)”. *World Journal of Agriculture and Soil Science*, Vol. 3, Is. 4, pp. 1-8, 2019.
- [47]S. A. Hussein, R. A. Medan and A. M. Noori, “ Effect of different agricultural media and wounding on rooting and growing of Grapes (*Vitis vinifera* L.) semi wood cutting”. *Eco. Env. & Cons.*, Vol. 27, No. 1, pp. 54-60, 2021.
- [48]F. Küçükbasmaçlı Sabır and A. Sabır, “Effects of different storage conditions on rooting and shooting performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cuttings in hydroponic culture system.” *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, Vol. 5, No. 3, pp. 46-

53, 2018.

- [49]D. Kök, “Alternating electric current affects adventitious rooting of 140Ru grapevine rootstock”. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, 2-5 September, 2018, Edirne, TURKEY, pp. 478-486.
- [50]Z. Kara, A. Sabır, F. Koç, F. Küçükbasmacı Sabır, A. Avcı, M. Koplay and O. Doğan, “Silver nanoparticles synthesis by grape seeds (*Vitis vinifera* L.) extract and rooting effect on grape cuttings.” *Erwerbs-Obstbau*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00572-8>
- [51]B. İşçi, E. Kacar and A. Altındışli, “Effects of IBA and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting of Ramsey American grapevine rootstock”. *Applied Ecology and Environmental Research*, Vol. 17, No. 2, pp. 4693-4705, 2019.
- [52]E. Kacar ve M. İsfendiyaroğlu, “Effects of different pre-sized rooting blocks and IBA concentrations on the rooting of Ramsey grapevine rootstock cuttings”. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, Vol. 56, No. 1, pp. 1-6, 2019.

DEVELOPMENT OF AN OPEN-SOURCE OBJECT FLIGHT SPEED MEASURING SETUP FOR INDOOR MEASUREMENTS

Fatih AKKOYUN*¹, Alper B. TURAN¹, Oğuzhan KARASU¹, Erturan YETİŞKİN¹, Mert HATİPOĞLU¹, Nabia KHALİD²

Accepted: 2021-07-12

DOI: 10.47118/somatbd.952881

ABSTRACT

Time of flight measurement is an important procedure for indoor object flight speed measurement applications. Measuring a fast-moving object is very difficult such as military and sport shooting. Today, there is a requirement for measuring high-speed objects using a cost-effective solution. The speed detection processing requires two referencing points from flight start to end. The difference between these two points and time parameters leads to calculating speed. In-flight speed detection applications mostly an object is thrown by a launcher and measurements are conducted in a linear horizontal measurement line. The terminals of this line are referred to these two points. There are light-based solutions such as infra-red (IR) sensors, fast cameras for indoor speed measurement. However, commercial solutions based on sensors or fast cameras are expensive options and these solutions are not easily affordable for research facilities and laboratories with low-budget. In this study, an object flight speed detection setup is demonstrated for indoor measurements. The accuracy of the demonstrated setup was found 94%. The results show that is possible to use a microcontroller (MCU) with two IR sensor for calculating the flight speed with low-cost and high accuracy.

Keywords: Time of flight, indoor speed measurement, microcontroller, IR sensor.

İÇ ORTAM ÖLÇÜMLERİ İÇİN AÇIK KAYNAKLI NESNE UÇUŞ HIZI ÖLÇÜM DÜZENEGİ GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Uçuş süresi ölçümü, iç mekân nesne uçuş hızı ölçümü uygulamaları için önemli bir prosedürdür. Askeri veya atış sporlarında ki gibi hızlı hareket eden nesnelere ölçmek çok zordur. Günümüzde, uygun maliyetli bir çözüm kullanarak yüksek hızlı nesnelere ölçmek için bir koşul vardır. Hız algılama işlemi, uçuşun başlangıcından sonuna kadar iki referans noktası gerektirir. Bu iki nokta ve zaman parametreleri arasındaki fark, hızın hesaplanmasını sağlar. Uçuş sırasında hız algılama uygulamaları çoğunlukla fırlatıcı tarafından bir nesne fırlatılır ve ölçümler doğrusal bir yatay ölçüm hattında yapılır. Bu hattın kutupları bu iki noktayı ifade eder. Kızılötesi (IR) sensörler, iç mekân hız ölçümü için hızlı kameralar gibi ışık tabanlı çözümler bulunmaktadır. Bununla birlikte, sensörlere veya hızlı kameralara dayalı ticari

¹Aydın Adnan Menderes University, Mechanical Engineering Department, 09010, Efeler, Aydın, Turkey.

²National University of Sciences and Technology, Department of Computing, SEecs, 44000, Islamabad, Pakistan.

*Corresponding author e-mail: fatih.akkoyun@adu.edu.tr

çözümler pahalı seçeneklerdir ve bu çözümler, düşük bütçeli araştırma tesisleri ve laboratuvarlar için kolayca karşılanamaz. Bu çalışmada, iç mekan ölçümleri için bir nesne uçuş hızı algılama düzeneği gösterilmektedir. Bu düzeneğin doğruluğu %94 oranında bulunmuştur. Sonuçlar, uçuş hızını düşük maliyetli ve yüksek doğrulukla hesaplamak için iki IR sensörlü bir mikro denetleyici (MCU) kullanmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Uçuş süresi, iç mekan hız ölçümü, microcontroller, IR sensor.

Introduction

In indoor object flight speed measuring applications, the flight speed determining process can be accomplished using fast cameras or light sensor-based devices (Baird et al., 2005; Mao et al., 2012). Both options provide effective solutions for precisely capturing object position and time data together (Ishii et al., 2017; Jezeršek, 2009). Today, it is necessary for measuring high-speed objects using a cost-effective solution (Cho et al., 2016; Sozen et al., 2019). In real experiments, various parameters are effecting the precision and accuracy of a flight measuring setup such as object launcher, size, and shape of objects, the response time of the sensor, frame per second (FPS) for fast cameras (Akkoyun et al., 2021). Today a fast camera with a high FPS parameter is a good option despite the high cost. However, for many laboratories, a high-cost solution is not the first option (Akkoyun & Ozcelik, 2020, 2021).

There are studies (Chen et al., 2011; Gerschuni & Pardo, 2013; Xia et al., 2011) related to object speed detection using a camera with computer vision technology. In one example, the flying object speed detection approach is proposed using a camera and a complex image processing method. In another example, infrared imaging technology is used for outdoor applications. An adaptive approach with 90% accuracy is offered, however, the solution proposes a complex algorithm using fuzzy logic. There are limited studies on low-cost object flight speed measuring solutions for indoor applications. An indoor application (Cho et al., 2016) is offering a solution using image processing techniques such as Canny Edge, Contour, Calibration, Transform process, and Threshold for detecting the high-speed flying objects. In one study (Shrivastava et al., 2006), binary proximity sensors are used for target tracking effectively. Another study (Wooyoung Kim et al., 2005) uses these sensors to track objects with 100% accuracy. However, both studies are only focusing on object absence and presence. Mostly, the proposed approaches are offering complex and high-cost solutions for a single object flight speed measurement.

This study offers a low-cost, accurate and simple solution to measure flight time to calculate object flight speed for indoor applications. For this, two infrared sensors which are integrated into a microcontroller unit are employed. Compared to an industrial high-speed camera, which is the gold standard for evaluating rapid events, the infrared sensor-based approach yielded accurate results with a very low-cost system. This approach can be potentially adopted in other industrial and research applications where measuring the time of flight is critical.

1. Material and Method

In the study, the object flight determining stage is accomplished using a microcontroller (MCU) and two infrared (IR) light sensors-based solutions. An experimental setup is prepared for preparing a fixed distance between two IR sensors. This constant distance and microcontroller (MCU) elapsed time parameters are used together to calculate object flight

speed. An internal MCU timer is set to initiate time when an object enters the field of the first sensor. The second sensor is used to stop this timer and the elapsed time is determined by the difference. The known fixed distance and measured time parameters are composed to extract speed results. The result of measurements is transferred to a personal computer (PC) via a USB interface. The general structure of the experimental setup is shown in Fig. 1.

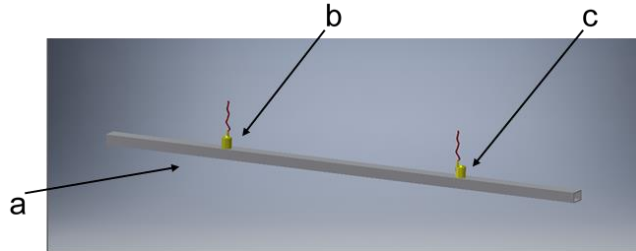


Fig. 1. The structure of the system, a) sensor holder, b) IR sensor A, c) IR sensor B.

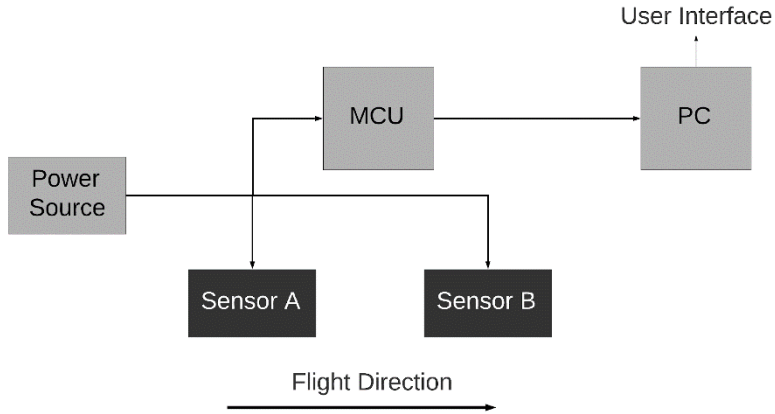


Fig. 2. Block diagram of the system.

The block diagram of the measurement system is shown In Fig.2. In the flight measuring system, the two IR sensors are connected to digital pins of the MCU. Thus the pulses generated by an object that passes through the sensors sensing areas are used to start and stop a built-in timer inside the MCU. The first triggering pulse is used to start the timer to count from zero and the second triggering pulse is set to stop the timer. Both triggering inputs are connected to interrupt pins of the MCU for signal capturing operations. These interrupt pins are adjusted to capture input triggering signals for rising edges only. In the last stage, the MCU calculates the elapsed time from the first sensor pulse to the second one. The time parameter is multiplied with the inverse of a constant distance which is a fixed distance between these two sensors. Then the result is transferred to a personal computer (PC) over USB for recording the calculated speed. The resulting data is obtained from the terminal screen with the serial communication method. The developed algorithm of the system is implemented using embedded C programming language. The flow chart of the software is shown in Fig. 3.

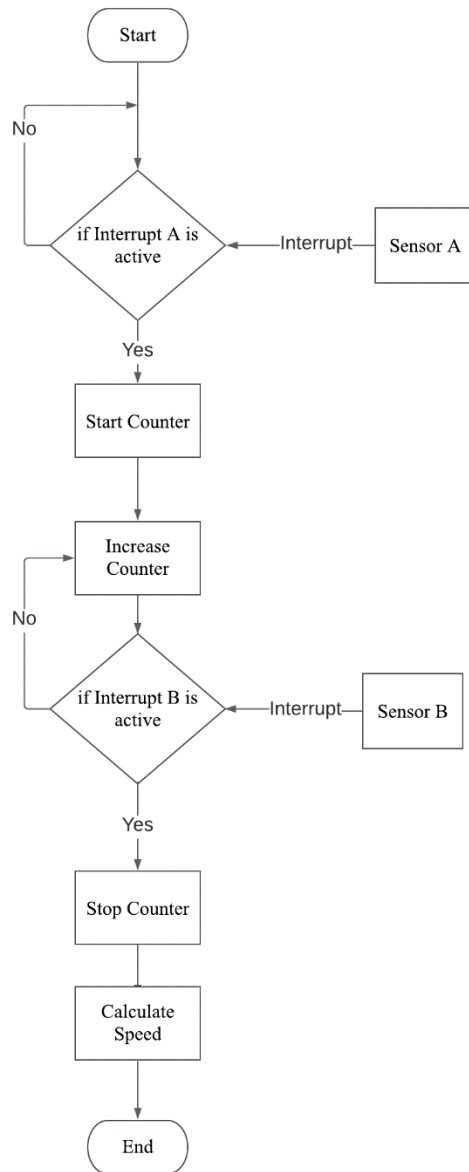


Fig. 3. Flowchart of the system.

An 8-bit MCU (Atmel Atmega32A) is used to implement time-dependent operations and object sensing duties. The communication between PC and MCU was accomplished using a USB converter (FT232). An external 16 MHz Crystal oscillator assembled to the MCU. IR sensors were connected to a digital input pin of the MCU to detect object presence. The wiring diagram of the system was shown in Fig. 4.

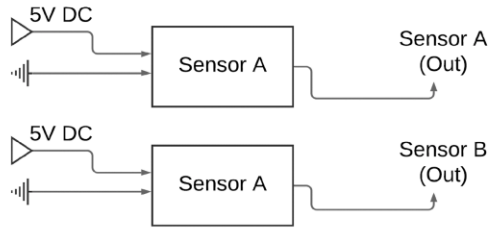
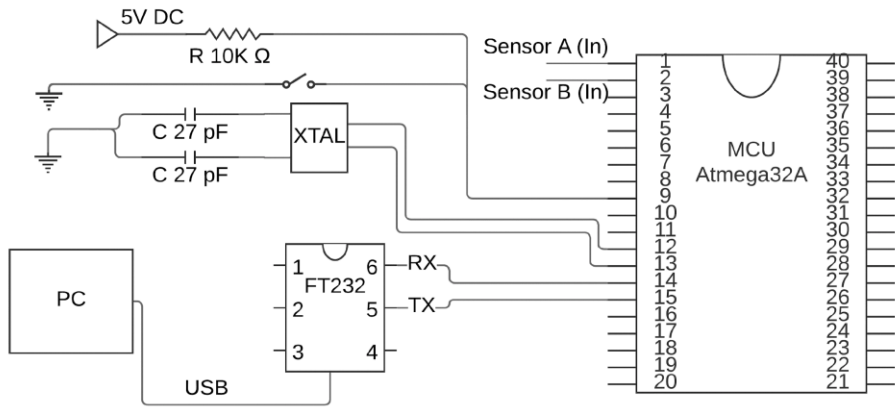


Fig. 4. Wiring diagram of the system.

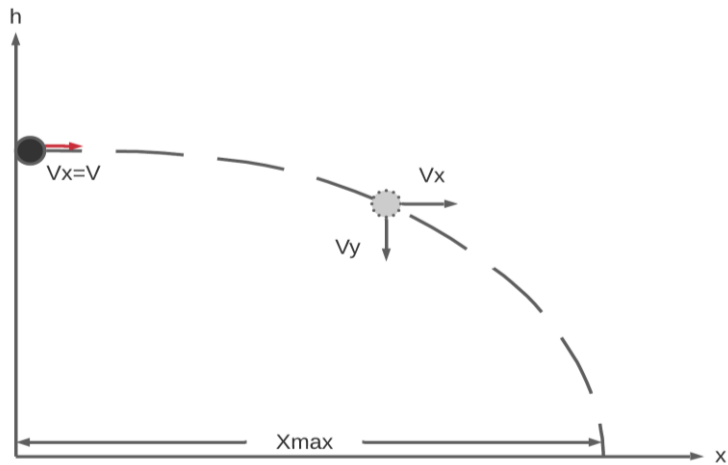


Fig. 5. Projectile motion with gravity.

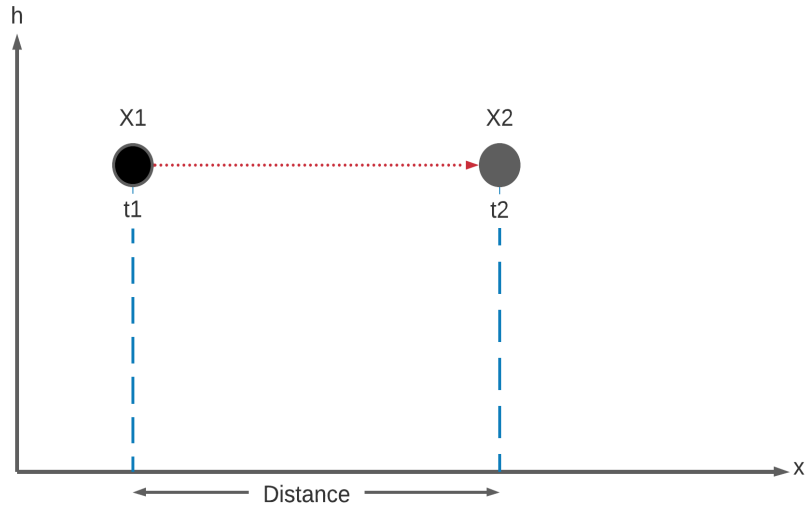


Fig. 6. Projectile motion with neglected gravity.

The projectile motion (Fig. 5) is the movement of an object thrown or launched into the air. The acceleration of gravity is the only effect that the object is subjected to. The object has a two-dimensional motion in horizontal and vertical directions depending on gravitational force and initiation force. The initial velocity (Eqn. 1), initial vertical velocity (Eqn. 2), initial vertical-horizontal (Eqn. 3), and velocity at the time 't' (Eqn. 4) are used to obtain Eqn 5 and 6. The vertical velocity of the object is neglected (Fig. 6). Taking into account all these points the Eqn 7 can be obtained where time, distance, and velocity are 't', 'X', 'V', respectively.

$$v_0 \quad \text{Eqn. 1}$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \theta \quad \text{Eqn. 2}$$

$$V_x = V_0 \cos \theta \quad \text{Eqn. 3}$$

$$V_x = V_0 x = V_0 \cos \theta \quad \text{Eqn. 4}$$

$$V_y = V_0 - gt = V_0 \sin \theta - gt \quad \text{Eqn. 5}$$

$$V_2 = V_{y2} + V_{02} \quad \text{Eqn. 6}$$

$$X(\text{distance}) = V(\text{velocity}) \times t(\text{time}) \quad \text{Eqn. 7}$$

In the experimental stage, forty-nine measurements were accomplished to evaluate the accuracy of the system. The objects are launched to achieve horizontal movement which is parallel measuring and sensor positions. Each object was passed inside the measuring area of

the first and second sensor, sequentially. Minimum two-hundred-millimeter vertical distance covered for each measurement.

A launcher is adjusted to throw a round-shaped object. The launcher is assembled with a pressurized air tank for acquiring initial force. The tank is refilled after each launching step. In the experiments, different speeds were examined, and each step was compared with the sensor and camera together for these speeds.

2. Results and Discussion

In the experiments, a correlation is obtained from object flight measurements by examining the pressure and speed relationship. The measurements were conducted with a fast camera and pressurized tank together. A positive correlation was obtained between the pressure as input and speed as output, and the correlation coefficient was found above 0.95. The result is shown in Fig. 7 for speed and pressure parameters correlation.

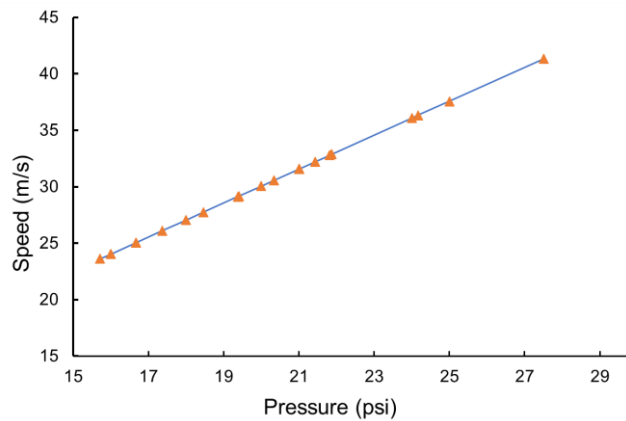


Fig. 7. Pressure and speed relationship.

The accuracy of the system was evaluated by increasing the object flight speed. The speed of the thrown object was measured using both the fast camera and IR sensors. The fast camera and IR sensor measurements are shown close accuracy. The standard deviation was found 4% for forty-nine measurements. In Fig. 8 the accuracy of the measuring system concerning object flight speed is demonstrated. In the light of conducted experiments, the accuracy of the demonstrated setup was found 94%.

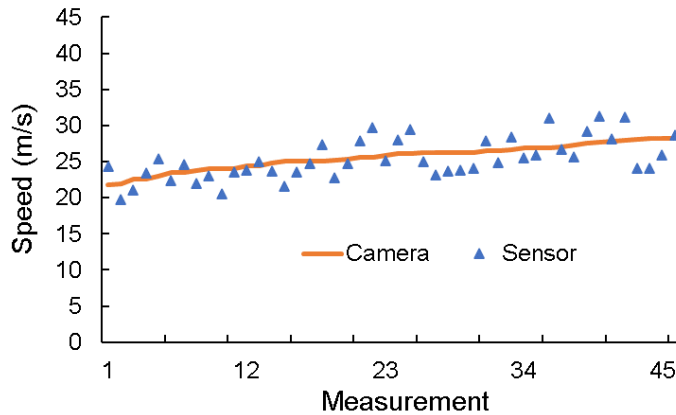


Fig. 8. The accuracy of setup concerning object flight speed.

The experiments indicate that there is a positive correlation and high accuracy between speed and IR sensor. The results show that the study is providing a cost-effective solution for many in-door flight speed applications using a low-cost MCU and two IR sensors together. Considering the importance of automation and smart process flows, achieving low-cost sensor-based solutions for the automated analysis of time-of-flight measurements is an important step within the domain of open-sourced tools and methods development. This work can be considered to be an open-sourced system that only depends on minimalistic components that are available to the public. The inequality of the research facility budgets and research funds across the globe makes it almost impossible for researchers from developing countries to adopt the necessary research protocols, and conduct internationally valid academic and industrial research and development. The movement of the open-sourced instrumentation and protocol development is critical for the future and sustainability of the research in developing countries. The work presented herein aims to contribute to this movement by providing affordable and widely available tools to achieve valuable measurement and research capacities.

CONCLUSION

This study demonstrated an object flight speed measurement setup that is suitable for indoor measurement applications. The proposed solution continuously detects object presence and initiates an in-built hardware counter inside MCU. The experiments were conducted in a fixed measurement line. The study shows that it is possible to measure an indoor flying object at a very low cost using an MCU-based solution. The accuracy and precision parameters are high enough to characterize the speed of measured objects. Thus, the study offers a simple and low-cost with high accuracy object flight measurement system that is suitable to use for many research facilities.

REFERENCES

- Akkoyun, F., Ercetin, A., Aslantas, K., Pimenov, D. Y., Giasin, K., Lakshmikanthan, A., & Aamir, M. (2021). Measurement of Micro Burr and Slot Widths through Image Processing: Comparison of Manual and Automated Measurements in Micro-Milling. *Sensors*, 21(13), 4432. <https://doi.org/10.3390/s21134432>
- Akkoyun, F., & Ozcelik, A. (2020). A simple approach for controlling an open-source syringe pump. *European Mechanical Science*, 4(4), 166–170. <https://doi.org/https://doi.org/10.26701/ems.769837>
- Akkoyun, F., & Ozcelik, A. (2021). Rapid Characterization of Cell and Bacteria Counts using Computer Vision. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. <https://doi.org/10.46810/tdfd.902441>
- Baird, E., Srinivasan, M. V., Zhang, S., & Cowling, A. (2005). Visual control of flight speed in honeybees. *Journal of Experimental Biology*, 208(20), 3895–3905. <https://doi.org/10.1242/jeb.01818>
- Chen, Y.-L., Wu, B.-F., Huang, H.-Y., & Fan, C.-J. (2011). A Real-Time Vision System for Nighttime Vehicle Detection and Traffic Surveillance. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 58(5), 2030–2044. <https://doi.org/10.1109/TIE.2010.2055771>
- Cho, C., Kim, J., Kim, J., Lee, S. J., & Kim, K. J. (2016). Detecting for high speed flying object using image processing on target place. *Cluster Computing*, 19(1), 285–292. <https://doi.org/10.1007/s10586-015-0525-x>
- Gerschuni, M., & Pardo, A. (2013). *Bus Detection for Intelligent Transport Systems Using Computer Vision* (pp. 59–66). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41827-3_8
- Ishii, M., Isokawa, H., Miyazaki, T., & Sakaue, H. (2017, January 9). Surface State Measurement of a Free-Flight Object by Motion-Capturing Method. *55th AIAA Aerospace Sciences Meeting*. <https://doi.org/10.2514/6.2017-0943>
- Jezeršek, M. (2009). High-speed measurement of foot shape based on multiple-laser-plane triangulation. *Optical Engineering*, 48(11), 113604. <https://doi.org/10.1117/1.3265522>
- Mao, X., Inoue, D., Kato, S., & Kagami, M. (2012). Amplitude-Modulated Laser Radar for Range and Speed Measurement in Car Applications. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 13(1), 408–413. <https://doi.org/10.1109/TITS.2011.2162627>
- Shrivastava, N., Madhow, R. M. U., & Suri, S. (2006). Target tracking with binary proximity sensors. *Proceedings of the 4th International Conference on Embedded Networked Sensor Systems - SenSys '06*, 251. <https://doi.org/10.1145/1182807.1182833>
- Sozen, A., Gucluer, S., & Kilinc, C. (2019). The heat transfer enhancement of concurrent flow and counter current flow concentric tube heat exchangers by using hexagonal boron nitride/water nanofluid. *Thermal Science*, 23(6 Part B), 3917–3928. <https://doi.org/10.2298/TSCI180213283S>
- Wooyoung Kim, Mechtov, K., Jeung-Yoon Choi, & Soo Ham. (2005). On target tracking with binary proximity sensors. *IPSN 2005. Fourth International Symposium on Information Processing in Sensor Networks*, 2005., 301–308. <https://doi.org/10.1109/IPSN.2005.1440939>
- Xia, L., Chen, C.-C., & Aggarwal, J. K. (2011). Human detection using depth information by Kinect. *CVPR2011 WORKSHOPS*, 15–22. <https://doi.org/10.1109/CVPRW.2011.5981811>

DÜZ VE KANATÇIKLI LEVHADA KULLANILAN FAZ DEĞİŞTİREN MALZEMENİN ERİME PERFORMANSI ÜZERİNE SAYISAL OLARAK İNCELEMESİ

Fethi Ahmet ÇAKMAK¹

Accepted: 2021-10-19
DOI: 10.47118/somatbd.959460

ÖZET

Bu çalışmada, Faz Değiştiren Malzeme (FDM) içeren dikey bir levha yüzeyinde farklı sayı ve ölçülerde kanatçıklar eklenerek kanatçıkların FDM'nin erime ve katılaşmasına olan etkisi sayısal olarak incelenmiştir. Bu amaçla 2 boyutlu olarak 3 farklı model tasarlanmıştır. FDM olarak Parafin Rt-27 kullanılmıştır. Kullanılan FDM gizli ısı depolama sistemlerinde sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Elde edilen sonuçlar kanatçıklı levhanın düz levhaya göre FDM'deki erime durumunda daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Kanatçık sayısı yüzeydeki etki alanını artırdığı için 18 kanatçıklı modelin 9 kanatçıklı modele göre daha iyi performans göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre kanatçık sayısı ve ölçülerinin FDM'nin erime sürecini hızlandırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Isı Transferi, Faz Değiştiren Malzemeler (FDM), Erime

NUMERICAL INVESTIGATION ON THE MELTING PERFORMANCE OF THE PHASE-CHANGING MATERIAL USED IN FLAT AND FLANGED SHEETS

ABSTRACT

In this study, the effect of fins on the melting and solidification of FDM was numerically investigated by adding different numbers and sizes of fins on a vertical plate surface containing Phase Change Material (FDM). For this purpose, 3 different models in 2 dimensions were designed. Paraffin Rt-27 was used as FDM. Used FDM is a material frequently used in latent heat storage systems. The results obtained show that the finned plate is better in the melting state in FDM than the flat plate. Since the number of fins increases the area of influence on the surface, the model with 18 fins outperformed the model with 9 fins. According to the results obtained, it was seen that the number and dimensions of the fins accelerated the melting process of PCM.

Keywords: Heat Transfer, Phase Change Materials (PCM), Melting

1. GİRİŞ

Dünyada enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde tükenmesiyle ülkeler enerjiyi daha verimli kullanmak amacıyla alternatifler aramaya başlamıştır. Bu alternatiflerden biri de gizli ısı depolama sistemleri kullanarak hem enerji tasarrufu sağlamak hem de ısıl düzensizlikleri ortadan kaldırarak enerjiyi daha verimli bir şekilde kullanmaktır. Isı depolama maddelerinin iç enerjisinin önemli oranda değişmesi sebebiyle bu maddede faz değişimine neden olur[1]. Faz

¹ Öğr. Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksekokulu, Soma, Manisa, Türkiye.

değişimiyle meydana gelen bu ısıya da gizli ısı denmektedir. Gizli ısı depolama sistemlerinde kullanılan maddeler faz değiştiren maddeler olarak adlandırılır[2].

Faz değiştiren malzemeler termal enerjiyi gizli ısı şeklinde depolayabilen maddelerdir. FDM'ler ortamın sıcaklığına bağlı olarak erime ve katılaşma özelliği gösterir. Ortamın sıcaklığı FDM'nin erime sıcaklığına kadar yükseldiği zaman FDM erimeye başlar ve ortamın ısınımsı absorbe eder. Ortamın sıcaklığı düştüğü zaman ise FDM katılaşmaya başlar ve daha önce içerisinde depoladığı ısıyı ortama geri verir. FDM'ler elektronik, yalıtım, otomotiv ve fotovoltaik sistemler gibi birçok alanda kullanılabilir[3].

Faz değiştiren malzemeler erime ve katılaşma özelliği olan malzemelerdir. Bu özelliği sayesinde ısıl düzenlemeler ve tasarruf konusunda olumlu etkilere sahiptir [4]. Yapılan çalışmada, Faz değiştiren malzemelerin erime ve katılaşma süreçlerini hızlandırmak amacıyla levha üzerinde farklı sayı ve ölçülerde kanatçıklar yerleştirilmiştir. Bu şekilde FDM'lerin daha verimli bir şekilde kullanılacağı saptanmıştır.

Faz değiştiren malzemelerin ısı transfer katsayıları düşüktür. Bu özellikleri sayesinde ısıtma soğutma uygulamalarında kullanımı giderek artmaktadır. Faz değiştiren malzemeler erime katılaşma özellikleri sayesinde ısı depolayabilmektedir. Erime ve katılaşma süreçlerini iyileştirmek amacıyla uygulamalarda kanatçık kullanmak faydalı olabilmektedir. Bu çalışmada da FDM içeren bir levhada farklı sayıda ve geometride kanatçık kullanılarak erime sürecindeki iyileşme gösterilmiştir.

Faz değiştiren malzemeler ile ilgili (Mushtaq I. Hasan[5], Daloğlu, A [6], Tokuç, A.[7], Shumeli, H.[8],) günümüzde birçok araştırma yapılmaktadır. Ayrıca ısı transferi sürecini iyileştirmek amacıyla uygulamalarda kanatçık kullanıldığı ile ilgili(Dogan A. [9], İnce E.[10], Buyruk E.[11], Mutlu M. [12]) birçok araştırma yapılmıştır.

Yapılan çalışma sayesinde FDM ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda yüzey alanının FDM'nin erime performansına olan etkisi görülebilmektedir. Kanatçıklar sayesinde FDM'ye olan etki alanının artırıldığı ve erime performansına olan etkisinin olumlu yönde olduğu görülmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

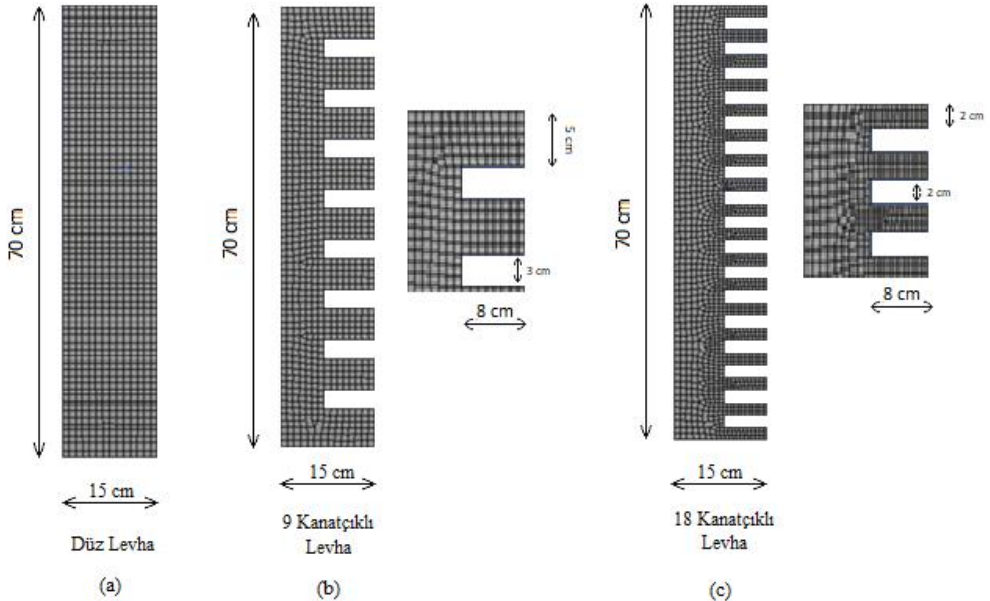
Yapılan çalışmada, içerisinde FDM bulunan düz bir levha ile farklı sayı ve geometride kanatçıklı levhalar tasarlanıp malzemenin erime sürecine olan etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Çalışmada kanatçık kullanılmasındaki amaç gizli ısı depolama için kullanılan FDM'lerin düşük ısıl iletkenlik dezavantajını azaltmaktır. Çalışma ANSYS Fluent programı ile iki boyutta gerçekleştirilmiştir. Çalışmada FDM olarak 28-30 °C aralığında erime özelliğine sahip olan parafin RT-27 kullanılmıştır. Parafin Rt-27'ye ait termofiziksel özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan FDM' nin termofiziksel özellikleri [3]

Erime Aralığı	28-30 °C
Gizli Isı	179 kJ/kg
Katı Halde Isı Depolama Kapasitesi	1800 J/kgK
Sıvı Halde Isı Depolama Kapasitesi	2400 J/kgK
Katı Halde Termal İletkenlik	0.24 W/mK
Sıvı Halde Termal İletkenlik	0.15 W/mK
Katı Halde Sabit Yoğunluk	870 kg/m ³
Sıvı Halde Sabit Yoğunluk	760 kg/m ³
Sıvı Halde Dinamik Viskozite	3,42x10 ⁻³ kg/ms

2.1. Çalışmada Kullanılan Modeller ve Sınır Şartları

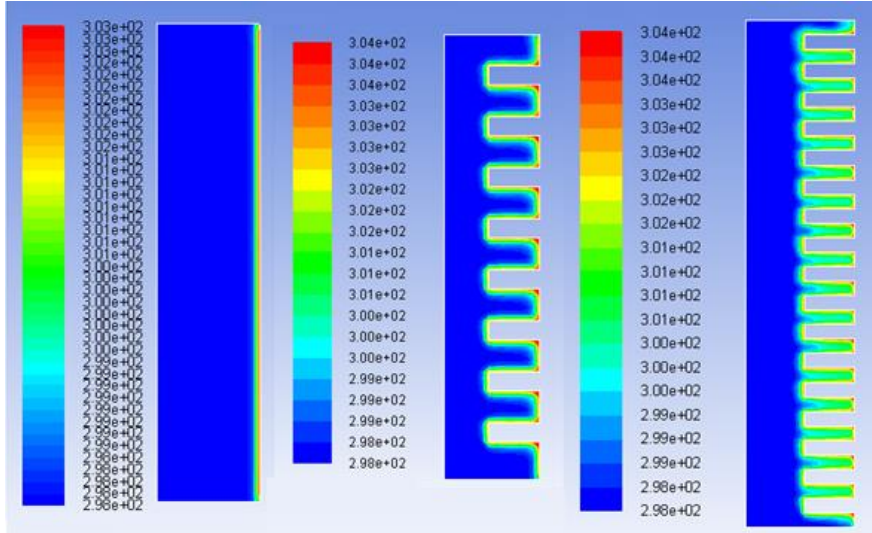
Çalışmada, FDM içeren kanatçıklı ve kanatçıksız modeller tasarlanmıştır. Düz levha 15 cm genişlik ve 70 cm yüksekliğindedir. Kanatçıklı modeller 15 cm genişlik 70 cm yüksekliğindedir. 9 kanatçıklı model de kanat yüksekliği 5 cm, kanat genişliği 8 cm ve kanatlar arası mesafe 3 cm dir. 18 kanatçıklı modelde ise kanat yüksekliği 2 cm, kanat genişliği 8 cm ve kanatlar arası mesafe 2 cm dir. Modellerin sol tarafı $h=23\text{Wm}^2/\text{K}$ ısı taşınımı, $T= 25^\circ\text{C}$ sıcaklık ve sağda $h=23\text{Wm}^2/\text{K}$ ısı taşınımı, $T= 32^\circ\text{C}$ sıcaklığa alt ve üst taraflar ise adyabatik olarak sınır şartlarına maruz bırakılmıştır. Düz ve kantaçıklı levhalar için ağ yapısı analiz programında otomatik olarak geometriler uygun şekilde verilmiştir. Program içerisinde ağ yapısının uygunluğu test edilmiştir. Şekil 1'de modellerin ölçüleri ve ağ yapısı gösterilmiştir.



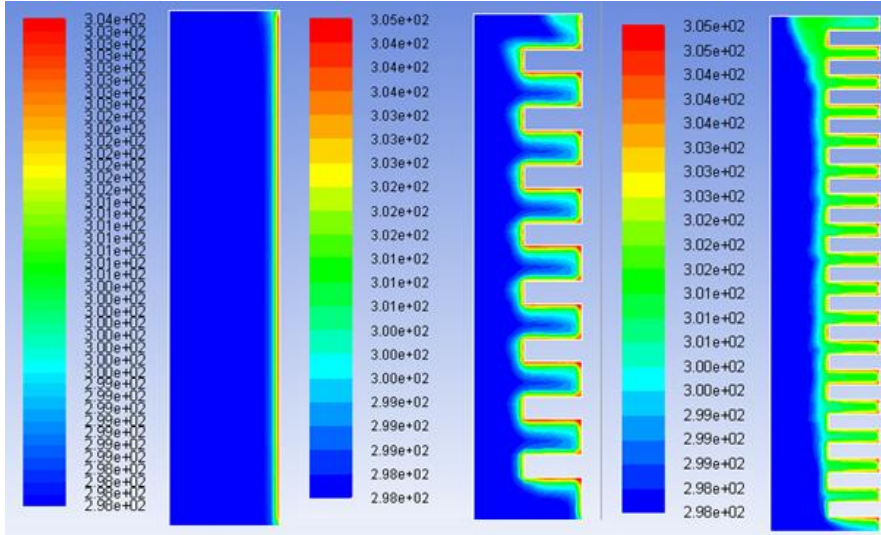
Şekil 1. Düz Levha (a), 9 kanatçıklı Levha (b) ve 18 kanatçıklı levha (c) modelleri ve ağ yapısı

3. ANALİZ SONUÇLARI

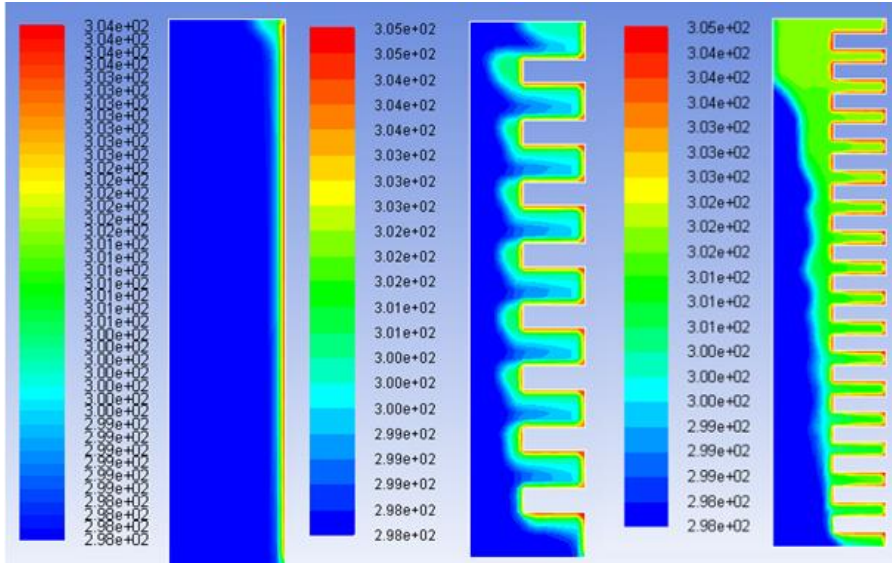
Çalışmada, farklı kanatçık yapılarının düz levhaya göre FDM'nin erime sürecine etkisi analizi edilmiştir. Her model 3 saatlik süreçte sınır şartlarına maruz bırakılmıştır. Her bir saatin sıcaklık ve fdm erime değerleri kayıt altına alınmıştır. 1., 2. ve 3. saatteki sıcaklık değişimleri Şekil 2 , Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir. Ayrıca modellerdeki FDM erime durumları 1., 2. ve 3. saatteki sıcaklık değişimleri Şekil 5 , Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1. Saat sonunda 3 modeldeki sıcaklık konturları

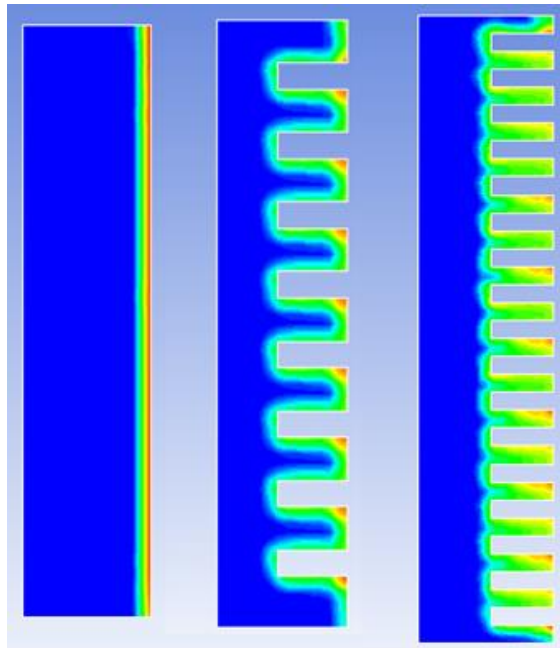


Şekil 3. 2. Saat sonunda 3 modeldeki sıcaklık konturları

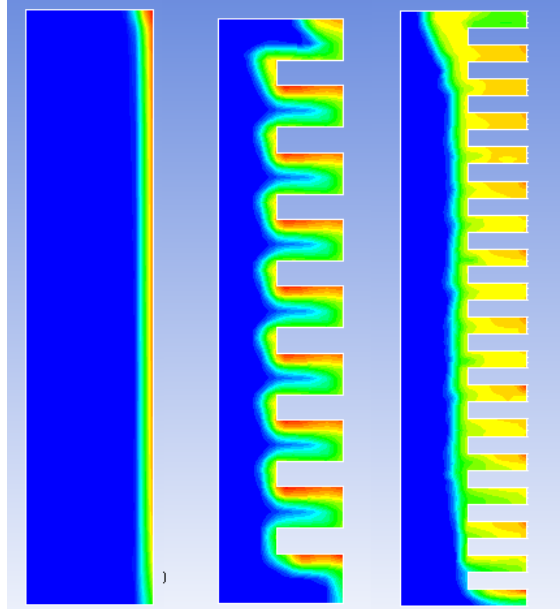


Şekil 4. 3. Saat sonunda 3 modeldeki sıcaklık konturları

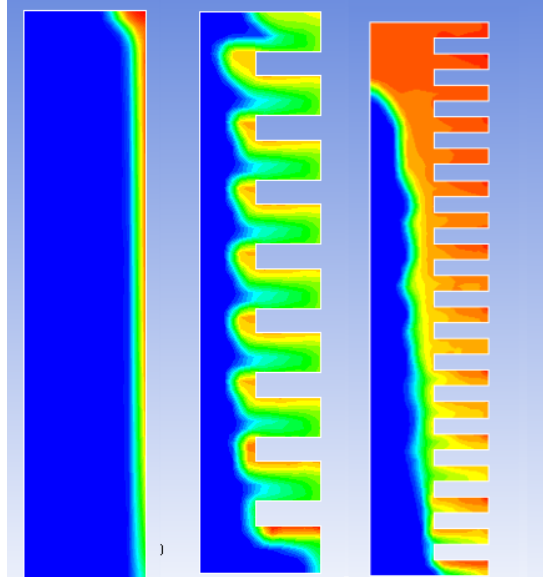
Yukarıdaki görsellerde (Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4) 3 saat boyunca sınır şartlarına maruz bırakılmış düz, 9 kanatçıklı ve 18 kanatçıklı modellerdeki sıcaklık dağılımları yer almaktadır. Her bir saat için ayrı ayrı görseller alınmış ve kanatçıklı modellerin düz levhaya göre sıcaklık değerlerinin daha iyi bir şekilde arttığı görülmüştür. FDM'nin erime sıcaklığı olan 28-30 °C olan aralığa kanatçıklı modellerde daha erken ve ilerlemiş bir dağılım olduğu görülmüştür.



Şekil 5. 1. Saat sonunda 3 modeldeki FDM erime dağılımları



Şekil 6. 2. Saat sonunda 3 modeldeki FDM erime dağılımları



Şekil 7. 3. Saat sonunda 3 modeldeki FDM erime dağılımları

Yukarıdaki görsellerde (Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7) 3 saat boyunca sınır şartlarına maruz bırakılmış düz, 9 kanatçıklı ve 18 kanatçıklı modellerdeki FDM erime dağılımları yer almıştır. Her bir saat için ayrı ayrı görseller alınmış ve kanatçıklı modellerin düz levhaya göre erime durumunun daha iyi olduğu görülmüştür. Kanatçıklar sayesinde levha boyunca erime daha hızlı gerçekleşmiş ve FDM'nin erimesi ile ilgili olan özelliğinin daha etkin bir şekilde kullanılacağı gözlemlenmiştir.

4. GENEL SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada düz bir levha ile farlı sayı ve ölçüdeki kanatçıklı levha modellerinde FDM'nin erime durumu sayısal olarak incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda şu sonuçlar elde edilmiştir.

- Kanatçıklı modellerde kanatçıksız modele göre FDM'de daha iyi erime performansı gözlemlenmiştir.
- Kanatçıklı modeller arasında 18 kanatçıklı modelin 9 kanatçıklı modele göre daha iyi erime performansı göstermiştir.
- Kanatçıklar sayesinde FDM'lerin düşük ısı iletkenlik dezavantajlarının aza indirildiği görülmüştür.

Elde edilen bilgiler ışığında levhalarda kanatçık kullanılması ile FDM'nin erime sürecinde iyileştirme olduğu görülmüştür.

FDM'nin katılma süreci de kanatçıklı modeller ile incelenebilir. Ayrıca farklı kanatçık yapıları ve farklı FDM'ler kullanılarak erime ve katılma süreçlerindeki iyileştirmeler artırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Ozturk, H.H., 2008. Isı Depolama Tekniği, Söz Kesen Matbaacılık, Ankara.
- [2] Basal, B., 2007. Eş eksenli üç borulu ısı eşanjörlerinde faz değiştiren madde kullanarak ısı enerđi depolanmasının incelenmesi, Yüksek lisans Tezi, K.A.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [3] Okcu, M., 2011. Faz değiştiren maddelerde erime ve katılaşma sürecinin sayısal olarak incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [4] Çakmak, F.A., 2019. Faz değiştiren malzemelerin bina dış duvarlarında kullanımının ısı kazanç ve kaybına etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [5] Mushtaq, I.Hasan, Hadi, O.Basher, Ahmed, Shdhan, 2018. Experimental investigation of phase change materials for insulation of residential buildings, Sustainable Cities and Society 36 (2018) 42-58.
- [6] Daloğlu, A., 2011. Isı Yalıtımında Faz Değiştiren Malzeme Kullanımı, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- [7] Tokuç, A., 2013. Faz değişim malzemelerinin ısı enerđi depolama amacıyla yapı elemanı üretiminde kullanılması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [8] Shumeli, H., Ziskind, G. and Letan, R., 2010. Melting in a vertical cylindrical tube: Numerical investigation and comparison with experiments, International Journal of Heat and Mass Transfer, 53,4082-4091.
- [9] Dogan A. vd 2012. ‘‘ Numerical Analysis of Natural Convection Heat Transfer From Annular Fins on a Horizontal Cylinder’’, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 32, 2, 31- 41.
- [10] İnce E., Aylı E., 2018. ‘‘ Review Of Enhancement Of Heat Transfer From Rectangular Fin Arrays ‘‘, Mugla Journal of Science and Technology .
- [11] Buyruk E., Karabulut K., 2017. ‘‘Plakalı Kanatçıklı Isı Deđiřtiricilerde Kanat Açısının Isı Transferine Olan Etkisinin Üç Boyutlu Sayısal Olarak İncelenmesi ‘‘, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(1), ss. 49-62.
- [12] Mutlu M., Kılıç M., 2016. ‘‘ Farklı kanat ısı iletim katsayıları ve geometrik parametreler için kanatlı borulu ısı değiştiricilerin üç boyutlu bütünlük sayısal analizi’’ , Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 36, 1, 85-98.

T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOMA MESLEK YÜKSEKOKULU TEKNİK BİLİMLER DERGİSİ
YAZIM KURALLARI VE YAYIN İLKELERİ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi**, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu tarafından yılda iki kez yayımlanır. Dergide, Meslek Yüksekokulları Teknik Programlarında yer alan anabilim dallarıyla ilgili konularda özgün ve nitelikli çalışmalar, yabancı dillerden Türkçe'ye çeviriler ve güncel tez özetleri yayımlanabilir.

Dergiye gönderilen eserlerde aranacak yayın ilkeleri ve yazım kuralları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1-) Dergiye gönderilen yazı ve makaleler daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve yayın hakları verilmemiş olmalıdır.

2-) Dergide yayınlanacak yazı ve makaleler Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca'dan herhangi biriyle yapılabilir. Ancak Türkçe hazırlanan çalışmalarda Türk Dil Kurumunun belirlediği kurallar esas alınmalıdır. Çalışmanın başında Türkçe başlık ve en fazla 200 sözcükten oluşan Türkçe ve İngilizce özet ile en fazla 10 tane anahtar sözcük verilmelidir.

3-) Dergide yayımlanacak çalışmaların biçim sırası

- Türkçe başlık
- Özet
- Anahtar sözcükler
- İngilizce özet
- İngilizce anahtar sözcükler
- Metin
- Kaynaklar
- Ekler

şeklinde olmalıdır.

4-) Çalışmanın başlığı sol üst kenardan 6 cm. aşağıdan yazılmalıdır. Başlığın sağ alt tarafına yazar veya yazarların adları akademik ünvanlarla birlikte yazılmalı çalıştığı kurum, iletişim ve elektronik posta adresleri ise adların yanına konulacak dipnot işaretleriyle sayfa altına verilmelidir. Eğer çalışma başka bir kurumdan destek aldıysa başlık yanına verilecek dipnotla sayfa altına ilgili kurum yazılmalıdır.

5-) Dergiye gönderilecek yazı ve makaleler MS Word programında yazılmış üç kopya olarak eposta veya kargo yoluyla gönderilmelidir.

6-) Çalışmalar ekleriyle birlikte 15 sayfayı geçmemelidir.

7-) Metin yazımı A4 boyutundaki kağıda tek aralıklı olarak times new roman tur karakteriyle 10 punto, dipnot ve açıklamalar 8 punto ile yazılmalıdır. Başlıklar 12 punto koyu, özet ve dipnotlar tek ara ile yazılmalıdır. Sayfa boyutları sol 5 cm, sağ 4 cm, üst 7 cm ve alt 5 cm. olacak şekilde ayarlanmalıdır.

8-) Metin içindeki alıntı ve aktarma yoluyla kullanılan kaynaklar; parantez sistemine göre soyadı, yılı ve sayfası olacak şekilde metin içinde cümle bitiminde gösterilmeli ve ayrıca kaynakçada da yer almalıdır. Açıklama ve diğer dipnotlar numaralandırma esasına göre metnin sonuna eklenmelidir.

9-) Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi** ulusal hakemli bir dergidir. Dergiye gönderilen yazı ve makaleler ilgili alandaki en az iki hakeme gönderilir. Oy birliği sağlanamazsa üçüncü bir hakeme gönderilerek sonuca karar verilir. Yazı ve makalelerin içeriğinden yazarlar ve hakemler sorumludur.

10-) Yazı ve makalesi yayımlanan her yazara derginin ilgili sayısından 1 adet gönderilir. Ayrıca telif ücreti ödenmez.

11-) Dergi yayım ilkelerine, yazım kurallarına ve bilimsel araştırma yöntemlerine uygun olmayan yazı ve makaleler yayım kurulunca dikkate alınmaz.