

## Fide Dikiminde Düzgün Şekilli Yuva Açabilecek Bir Mekanizmanın Tasarımı

Okray OREL, Ali İhsan ACAR

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü – ANKARA  
orel@agri.ankara.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 09.05.2012

Accepted (Kabul Tarihi): 29.06.2012

**Özet:** Bu çalışmada sıkıştırılmış toprak blokları ve vıyollerde yetiştirilmiş fidelerin dikimi için düzgün şekilli yuva açabilecek bir mekanizmanın tasarlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla bilgisayar destekli tasarım ve analiz programları yardımıyla bir mekanizma tasarlanmıştır. Mekanizmaların kinematik analiz yöntemleri incelenerek bu yöntemler ışığında tasarlanan mekanizmanın konum, hız ve ivme analizleri yapılmıştır. Mekanizmanın çukur açıcı ucunun izlediği yörünge de tasarım ve mekanizma analiz programları ile bilgisayar ortamında çizdirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fide dikim makinası, yuva açma mekanizması, kinematik analiz, bilgisayar destekli tasarım.

### Design of a Punch Opener Mechanism for Transplanting

**Abstract:** In this study, it is aimed that to design a punching mechanism for planting vegetable seedlings which are grown in blocks and pots. For this purpose, a mechanism was designed by using computer aided design and analysis software. After surveyed mechanism's kinematic analysis methods designed mechanism's displacement, velocity and acceleration analysis was developed. In addition to analysis, mechanism's punching (digging) node's path was plotted on the screen by mechanism analysis software.

**Key words:** Seedlingtransplanter, punching mechanism, kinematic analysis, computer aided design.

### GİRİŞ

Türkiye; coğrafi konumu, üretime uygun verimli ve geniş tarım alanları, değişik bölgelerinin ekolojik zenginlikleri gibi özellikleri sayesinde çok miktarda, çok çeşitli ve kaliteli meyve ve sebzelerin yetiştirilebildiği ender ülkelerdendir. Dünyada sebze üretiminde ülkemiz; Çin, ABD ve Hindistan ile birlikte ilk dört sırada yer almaktadır. Dünya toplam domates üretiminin %6.6'sı, biber üretiminin %7.4'ü, karpuz üretiminin %4.5'i, hıyar-kornişon üretiminin %4.4'ü, soğan üretiminin %3.2'si ve patates üretiminin %1.7'si ülkemiz tarafından gerçekleştirilmektedir.

Soğan, patates, sarımsak gibi yumru bitkiler hariç tutulduğunda, ülkemiz sebze üretiminin %47'si meyvesi yenen sebzelere ait olup domates, biber, kavun, karpuz, patlıcan ve hıyar ekonomik anlamda bu grubu temsil eden en önemli sebzelerdir. Ülkemiz; biber, domates, hıyar ve taze fasulye üretiminde dünya üçüncüsü konumundadır. Türkiye'nin

sınıflandırılmış sebze üretim miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. (Anonim, 2010).

**Çizelge 1. Meyveleri için yetiştirilen sebzelerin üretim miktarları**

Ürün	Üretim miktarı (t)
Domates (Sofralık)	7 205 961
Domates (Salçalık)	3 539 611
Hıyar (Sofralık)	1 582 396
Patlıcan	816 134
Biber (Sivri)	752 692
Biber (Salçalık)	700 038
Fasulye (Taze)	603 653
Biber (Dolmalık)	384 273

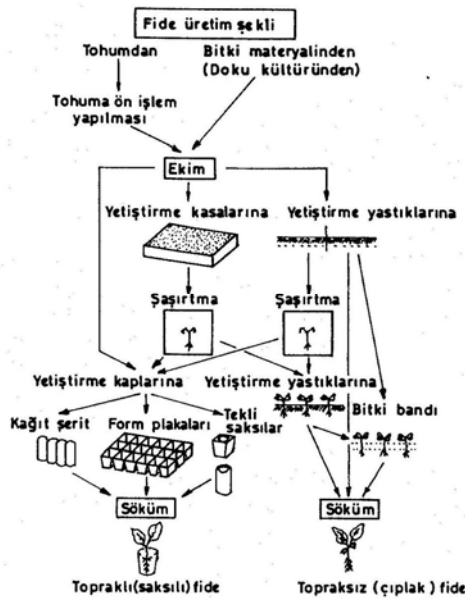
### Fide Yetiştiriciliği

Sebze tarımında çoğaltma materyali olan tohum ve kaliteli fide kullanımı, başarıyı etkileyen en önemli faktörlerdir. Geniş alanlarda yapılan yetiştiricilikte,

sağladığı yararlar nedeniyle doğrudan tohum ekimi yerine, fide ile yetiştirme yöntemi yeğlenmektedir.

Fide ile yetiştirme tekniği sayesinde, sebzelerin fide yastıklarında yetiştirilmesi ile vejetasyon süresi uzatılmakta ve sebzeler erken dönemde pazarlanarak daha kârlı bir üretime olanak sağlanmaktadır. Fide üretiminin yanı sıra üretilen bu fidelerin araziye çıkarılması yetiştiricilikte diğer bir önemli konuyu oluşturmaktadır. Bu uygulama sırasında fide en az hasar görmelidir. Tarlaya dikimde fide köklerinin topraklı olmasının verim üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Yastıklarda köklendirilen fidelerin tarlaya topraklı olarak dikilmesinde, blokların ya da saksıların kullanımı gerekmektedir.

F1 hibrit tohumu kullanımının yaygınlaşması da fide yetiştiriciliği uygulamalarının artmasında oldukça etkili bir rol oynamıştır. Tohum ile fide yetiştiriciliği ile doğrudan tohumdan sebze üretimine göre birim alan için daha az tohum kullanılmaktadır. Ülkemizde son yıllarda ileri teknolojilerin kullanıldığı fide üretim tesisleri uygulamada yerlerini almaktadır. Bu tesislerin üretim tekniklerini daha da geliştirerek ve sayılarını artırarak üretimde yer almaları, fidencilik sektörünün daha etkin bir şekilde kendini kabul ettirmesini sağlamıştır. Dikim, önceden yastık ya da seralarda yetiştirilmiş fidelerin, fidanların veya yumru köklü bitki yumrularının uygun koşullarda toprağa yerleştirilmesi olarak tanımlanabilir (Erol ve Dursun, 1998). Fide yetiştirmedeki işlemler dizisi Şekil 1'de görülmektedir.

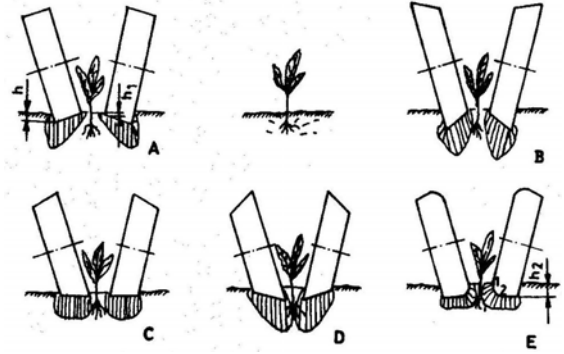


Şekil 1. Fide yetiştirmede işlemler (Önal, 1987).

## Fide Dikim Yatağı Hazırlama Tekniği

Sebze fidelerinin dikiminde başarılı olunabilmesi için, fide dikim yatağının uygun şekilde hazırlanması gerekmektedir. Bu amaçla, fide yatağında nem alımını ve tutumunu sağlayacak toprak işleme tekniklerinin uygulanması, ayrıca fidelerin agroteknik isteklerine göre uygun toprak profillerini verebilecek tarım alet ve makinalarının kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, topraklı fidelerin özellikle kök bölgesi çevresinde bulunan nemin kaybedilmemesi için bu bölgedeki toprak bloğunun dağılmadan tarlaya bırakılması bir diğer önemli özelliktir. Fidelerin toprak içerisinde açılan yuvalara bırakılmasında bu iki özellik yanında, kullanılacak çizi açıcıların toprağın strüktürünün bozulmasına ve fidelerin toprakla temasını sağlamak için kullanılan bastırıcı tekerleklerin fide toprak bloğunun şeklinin deforme olmasına izin vermemesi gerekmektedir. Bu ise tüplü ya da viyollü fidelerin toprak yüzeyinde açılacak yuvaların şekillerinin düzgün olmasıyla olanaklıdır.

Kapılar su hareketinde güvenliği sağlamak için fide köklerinin, yanal basınç etkisinde kalması gerekmektedir. Bu ise değişik profilde baskı tekerlekleri aracılığıyla sağlanmaktadır (Şekil 2).



h: batma derinliği, h1: iç tarafta, h2: dış tarafta

Şekil 2. Topraksız fideler için değişik baskı tekerlekleri (Önal, 1987).

## Fide Dikim Makinaları

Fidelerle çoğaltılması gereken bitkiler arasında patlıcan, lahana, hıyar ve tütün gibi birçok bitki türü yer almaktadır. Çeşitli üretim tekniklerine uygun olarak yetiştirilmiş olan fidelerin, tarladaki üretim ortamına en etkin şekilde iletilebilmeleri fide dikim makinaları kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. El ile fide dikimi, küçük alanlarda yapılabilen zaman alıcı ve yorucu bir işlemdir. Çünkü dakikada ancak 6 fide dikilebilmekte ve sürekli eğilerek çalışılmaktadır. Fide dikim

makinaları kullanılarak geniş alanların üretime sokulması, insan emeği oranının azaltılması sayesinde dakikada 43-48 fide dikilebilmektedir (Gökcebay, 1986; Ülger ve ark., 1996). Tipi ne olursa olsun fide dikim makinaları şu istekleri yerine getirebilmelidir (Önal, 1987; Anonim, 1995; Erol ve Dursun, 1998):

- Dikim sırasında fideleri zedelememelidir, zedelenme oranı % 1'i geçmemelidir.
- Fideler dik konumda, kökleri bükülmeden toprağa yerleştirilmelidir.
- Gübreleme ya da ilaçlama düzenlerine sahip olmalıdır.
- Çıplak köklü fidelerin dikiminde kullanılan makinalarda bitkinin kök bölgesine can suyu verebilecek düzen bulunmalıdır.
- Ergonomik olmalıdır.
- Fideler dik konumda dikilmelidir, fidenin düşeyle yaptığı açı en fazla 30° olmalıdır.
- Dikim derinliği bitkinin isteğine uygun olarak ayarlanabilmelidir. Çeşide bağlı olarak fideler uygun derinliğe dikilebilmeli, tarlada ölçülen sıra üzeri fide mesafesinin varyasyon katsayısı %20'yi ve bitkinin sıra üzerinden sapma mesafesi  $\pm 3$  cm' yi geçmemelidir.
- Sıra üzeri uzaklıklar 12-100 cm arasında ayarlanabilmelidir.
- Değişik fidelerin dikimine uygun özelliklerde olmalıdır.
- Dikim sırasında fide toprağını sıkıştırarak bir bastırma düzeni bulunmalıdır, kökler arasında boşluk bulunmamalıdır.
- Fideler topraktan ancak 0.3 kg'dan büyük bir kuvvetle çıkabilecek kadar sıkıştırılmalıdır.
- Gerekğinde, sıkıştırılmış toprak bloklu ya da viyollerde yetiştirilen fideleri dikebilmelidir.
- Mekanizasyon derecesi değerlendirilirken, fide dikiminde gerekli olan işlemler zincirinin ne kadarının insan yerine makina tarafından yapıldığı ortaya konulmalıdır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Fide dikiminde uygulanan kökleri topraklı fidelerin üretim materyali olarak kullanılması yöntemi ülkemizde giderek yaygınlaşmaktadır. Buna göre fidelerin geniş alanlarda fide dikim makinalarıyla dikiminin de yaygınlaşacağı yadsınamaz. Fidelerin makinayla dikimi de buna bağlı olarak önem kazanmaktadır. Günümüzde yarı otomatik fide dikim makinaları uygulamada daha fazla kullanılmaktadır.

Çok farklı konstrüksiyon şekillerinde olabilen fide dikim makinalarında fidenin dikici üniteye yerleştirilmesi ve dikici ünitenin fideyi zarar vermeden toprağa ilemesi önem taşımaktadır. Toprakta her bir fide için ayrı çukur açabilen birçok değişik mekanizmalar da geliştirilmiştir. Bu mekanizmalar fidelere uygun boyutlarda yuvalar açmalıdır. Buna yönelik olarak bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak fideyle üretimi yapılan domates ve hıyarın fide ile yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan toprak bloklu ve viyollü fideler materyal olarak seçilmiştir. Toprak bloklu ve viyollü domates ve hıyar fidelerinin fide dikim mekanizmasının tasarlanmasında dikkate alınan bazı ölçüleri Çizelge 4 ve Çizelge 5'de verilmiştir.

**Çizelge 4. Toprak bloklu ve viyollü domates fidelerinin bazı fizikomekanik özellikleri (Alizadeh, 2001).**

Özellikler	Fide Tipi	İthal Turf	Yerli Turf	Mantar Kompostu
Boyut (cm)	Toprak Bloklu	5.44x4.98x5.69	4.85x4.82x5.40	4.38x5.15x5.82
	Viyollü	4.30x3.62x7.42	4.10x3.20x7.10	3.90x4.00x6.00
Sürtünme katsayısı (%) (sac yüzey)	Toprak Bloklu	0.45	0.48	0.47
	Viyollü	0.42	0.40	0.43
Bitki boyu (cm)	Toprak Bloklu	16.69	16.34	15.43
	Viyollü	12.13	11.87	10.92

**Çizelge 5. Toprak bloklu ve viyollühıyar fidelerinin bazı fizikomekanik özellikleri.**

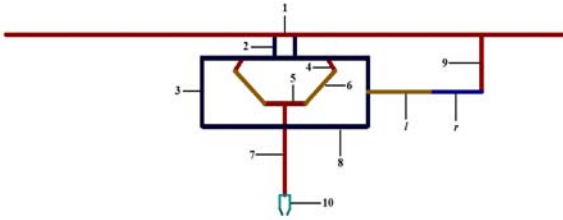
Özellikler	Fide Tipi	İthal Turf	Yerli Turf	Mantar Kompostu
Boyut (cm)	Toprak Bloklu	5.0x5.2x5.9	4.1x5.0x5.4	3.8x5.4x5.0
	Viyollü	4.5x4.1x6.7	4.1x3.8x7.3	4.0x3.1x6.0
Sürtünme katsayısı (%) (sac yüzey)	Toprak Bloklu	0.50	0.51	0.50
	Viyollü	0.50	0.48	0.50
Bitki boyu (cm)	Toprak Bloklu	17.3	14.5	13.7
	Viyollü	15.5	13.2	11.5

Fide dikim mekanizmasının bilgisayar destekli tasarımında MSC Adams programından yararlanılmıştır. MSC Adams R3 programı bir mekanizma analiz programıdır. Program yardımıyla; makinaların hareket eden elemanlarının dinamik analizleri yapılabilmekte; bu bileşenlere etki eden kuvvetlere göre sistemin davranımını görsel hale getirmekte ve optimizasyon için veriler sağlamaktadır. Program, bünyesinde bulundurduğu gelişmiş fizik motoru sayesinde sistem ve ortam bileşenlerini yer çekimi, malzeme özellikleri gibi gerçek koşullardaki özelliklerle tanımlayabilmekte ve bunların sonucunda da gerçek zamanlı bir simülasyona olanak sağlayabilmektedir. Karmaşık ve

büyük sistemlerin analizlerinde daha karmaşık çözümlere (solver) sahip Nastran ve Patran ikilisi önerilmekle birlikte Adams programı, düzlemsel ve tek merkezden hareketli mekanizmaların analizlerinde doğruluğu gerçek koşullara yakın sonuçlar verebilmektedir.

Program yardımıyla, tasarımı yapılan sistem üzerinde yer alan hareketli elemanlara fonksiyonlar tanımlandığı yönde, doğrultuda ve hızda ya da devirde hareketi sağlayan güç sisteminin yapısal özelliğine uygun olarak, hareket verilebilmekte ve daha fiziksel olarak temas edilebilir bir prototip yapmadan model üzerinde tüm sistemin hareketleri, hızı, döner elemanların devri ve hareketli uzuvların yörüngeleri normal koşullar altında fiziksel olarak ölçüldüğü gibi ölçülebilmektedir.

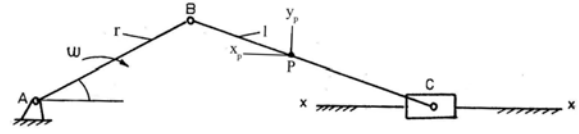
Ayrıca program tasarlanan sistemin hareket ileten mekanizmalarını temel teoremlere göre çözümlenerek hareketin aktarımında bir sorunla karşılaşıldığında ya da çıkış uzvunda elde edilen hareketin fonksiyonunun istenilen fonksiyondan farklı olduğu durumlarda tasarımcıyı değişiklik yapması gereken uzuv ve parametreleri tespit ederek optimizasyon konusunda yönlendirmektedir.



Şekil 3. Tasarlanan yuva açıcı mekanizma.

Yuva açma ve dikim fonksiyonunu yerine getirmek üzere tasarlanan mekanizma iki farklı krank biyel mekanizmasından oluşmaktadır (Şekil 3). Dikici çatıyı hareket ettiren krank mekanizması ve çift krank biyel mekanizması ile döndürülen yuva açıcı ucun uygun bir biyel eğrisi oluşturacak şekilde yörüngede hareket etmesini sağlamaktadır. Birinci krank biyel mekanizması çatıyı yatay yönde öteleme hareketi ile çalıştırmakta; ikinci çift krank biyel mekanizması ise yuva açıcı ucun dikim işlemini gerçekleştirmektedir.

Bu mekanizmanın çözümünde kinematik analizler yapılmış, mekanizmanın dinamik analizi üzerinde durulmamıştır. Dikim makinasındaki mekanizmalarda analitik yöntem kullanılarak kinematik analizin yapılabilmesi için kullanılan formülasyonlar ve işlem basamakları ise aşağıdaki gibi açıklanabilmektedir (Erdoğan 1990, Söylemez 2000), (Şekil 4):



Şekil 4. Bir krank biyel mekanizması (Kazıhan ve ark., 1996)

Şekil 4'de görülen C noktasına ilişkin olarak verilen formülasyonlarda yer değiştirme aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$x = r \cdot \cos\theta + \frac{r^2}{2l^2} \cdot \sin^2\theta$$

Eşitlikte;

- x : Yer değiştirme (mm)
- r : Giriş uzvunun (krank) uzunluğu (mm)
- θ : İletim açısı (°)
- l : Çıkış uzvu (biyel) uzunluğu (mm)

Bu formülün birinci türevi alınarak elde edilen aşağıdaki formülle mekanizmanın hız değerleri hesaplanabilir:

$$\dot{x} = -r \cdot \omega \left( \sin\theta + \frac{r}{2l^2} \cdot \sin 2\theta \right)$$

UZUV	ADI	ÖLÇÜSÜ (mm)
1	Ana çatı	270 0
2	Kayar çiftler	100
3	Yuva açıcı ucun bağlandığı çatının yüksekliği	300
4	Yuva açıcı mekanizmanın krank kolu	70
5	Yuva açıcı biyel bağlantı kolu	200
6	Yuva açıcı mekanizmanın biyel kolu	210
7	Yuva açıcı ucun bağlandığı çıkış uzvu	400
8	Yuva açıcı ucun bağlandığı çatının genişliği	800
9	Yuva açıcı çatının ana çatıya bağlantı kolu	250
10	Yuva açıcı uç	Çizelge 3.1 ve 3.2

Eşitlikte;

- $\dot{x}$  : Hız (mm/s)
- ω : Açısal hız (rad/s)

Yer değiştirme formülünün ikinci türevi alınarak elde edilen ivme formülü ise şu şekildedir:

$$\ddot{x} = -r \cdot \omega^2 \left( \cos\theta + \frac{r}{l^2} \cdot \cos 2\theta \right)$$

Eşitlikte;

 $\ddot{x}$  : İvme (mm/s<sup>2</sup>)

Mekanizma üzerinde bulunan bir P noktasının analitik yöntemle yer değiştirme, hız ve ivme analizleri ise aşağıdaki formüllerle hesaplanır:

$$x_p = x - b \cdot \sqrt{1 - \frac{r^2}{l^2} \cdot \sin^2\theta}$$

Eşitlikte;

$x_p$  : P noktasının x eksenine göre yer değiştirme değeri (mm)

$b$  : P noktasının B noktasına olan uzaklığı (mm)

$$y_p = \frac{r \cdot b}{l} \cdot \sin\theta$$

Eşitlikte;

$y_p$  : P noktasının y eksenine göre yer değiştirmesi (mm)

$$\dot{x}_p = r \cdot \omega \left[ \sin\theta + \frac{r}{2l} \cdot \left( 1 - \frac{b}{l} \right) \cdot \sin 2\theta \right]$$

Eşitlikte;

$\dot{x}_p$  : P noktasının x eksenine göre hızı (mm/s)

$$\dot{y}_p = r \cdot \omega \cdot \frac{b}{l} \cdot \cos\theta$$

Eşitlikte;

$\dot{y}_p$  : P noktasının y eksenine göre hızı (mm/s)

$$\ddot{x}_p = -r \cdot \omega^2 \left[ +\frac{r}{l} \cdot \left( 1 - \frac{b}{l} \right) \cdot \cos 2\theta \right]$$

Eşitlikte;

$\ddot{x}_p$  : P noktasının x eksenine göre ivmesi (mm/s<sup>2</sup>)

$$\ddot{y}_p = -r \cdot \omega^2 \cdot \frac{b}{l} \cdot \sin\theta$$

Eşitlikte;

$\ddot{y}$  : P noktasının y eksenine göre ivmesi (mm/s<sup>2</sup>)

Mekanizma tasarım ilkelerine göre geliştirilmiş olan mekanizmanın üzerinde bulunan yuva açıcı uca ilişkin

uygun biyel eğrisi belirlenmiş ve yer değiştirme, hız ve ivme analizleri yapılmıştır.

Çalışmada geliştirilen mekanizmada çatıyı hareket ettiren krank mekanizmasına ilişkin  $r$  ve  $l$  uzuv uzunlukları değiştirilerek ortaya çıkan biyel eğrileri, yer değiştirme, hız ve ivme diyagramları incelenmiştir.

**Çizelge 6. Farklı  $r$  ve  $l$  uzuv uzunluklarına göre oluşturulan mekanizmalar**

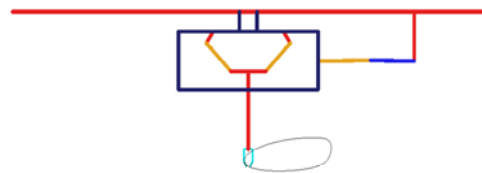
Oluşturulan Mekanizmalar	Uzuvlar	
	$r$ (mm)	$l$ (mm)
M1	250	300
M2	225	325
M3	200	350
M4	175	375
M5	150	400

Şekil 3'de 10 numarayla gösterilen yuva açıcı ucun çizdiği biyel eğrileri analiz edilerek bu eğriye ilişkin yer değiştirme, hız ve ivme parametreleri incelenmiştir.

Fidelerin içine bırakılacağı yuvaların düzgün bir şekilde açılabilmesi için dikim makinası traktörün arkasında yatay düzlemde hareket ederken, yuva açıcı ucun toprağa battığı anda yere göre bağıl hızının sıfır olması gerekmektedir. Bu da traktör ilerleme yönüne göre ters yönde bir çevrim gösteren bir biyel eğrisiyle sağlanabilir. Burada, yörünge üzerinde hız değişiminin sabit, dolayısıyla ivme değerinin sıfır olduğu bölgelerin belirlenmesi esas alınmıştır. Mekanizmada giriş verileri olarak  $r$  ve  $l$  değerlerine bağlı olarak ortaya çıkan biyel eğrilerinde belirlenen amaca en yakın sonucu verenler belirlenmeye çalışılmıştır.

#### ARAŞTIRMA BULGULARI

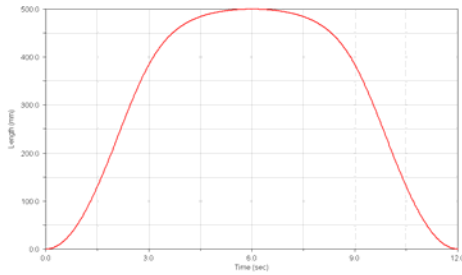
Toprak blokları ve viyollü domates ve hıyar fidelerinin dikimi için geliştirilen yuva açıcı uç mekanizması tasarımı Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 4'de  $r=250$  mm ve  $l=300$  mm ölçülerindeki mekanizmanın  $r$  ve  $l$  uzuvlarının birbirine paralel olduğu konumda olduğu (0°) ilk hareket konumu başlangıç olacak şekilde bir çevrimin tamamlandığı 12 saniyelik zaman dilimi için yapılan simülasyon sonucu elde edilen biyel eğrisini göstermektedir.



**Şekil 5. M1 mekanizmasının oluşturduğu biyel eğrisi**

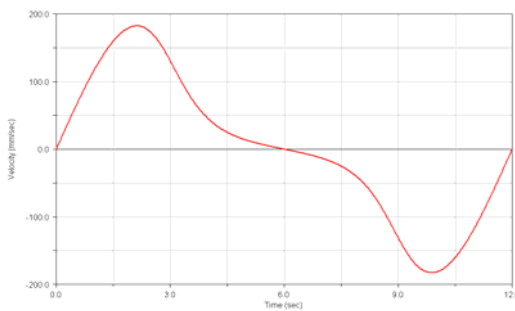
Şekil 5’de görülen M1 mekanizmasının biyel eğrisinin paralel olduğu bölgeler yuva açıcı uç tarafından yuvaların açıldığı ve fidelerin dikilebileceği bölgelerdir.

Şekil 5’de görülen mekanizmada  $r$  krank kolunun bir periyodunda yuva açıcı ucun yer değiştirme, hız ve ivme diyagramları Şekil 6 – 7’de verilmiştir. Şekiller paket programın grafik çıktıları olduğundan aynen kullanılmış, grafik üzerindeki yazılar orijinal dilinde muhafaza edilmiştir.



Şekil 6. M1 mekanizmasının yer değiştirme grafiği

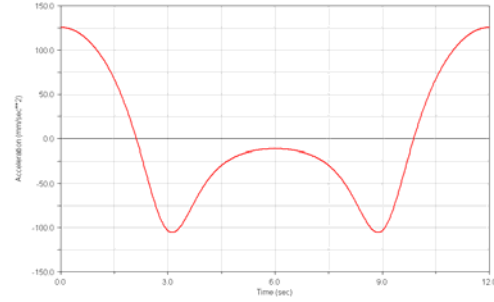
Şekil 6’da verilmiş olan M1 mekanizmasında yer alan yuva açıcı ucun 12 saniyelik çevriminde yer değiştirme – zaman grafiği incelendiğinde, başlangıç konumundan itibaren yer değiştirme miktarı 6’ncı saniyede 500 mm’ye ulaşmaktadır. Hareketin devamında eğri yaklaşık olarak yatay bir karakter göstermekte 9’uncu saniyede 400 mm değerine ulaşarak 12 saniyede periyodunu tamamlamaktadır.



Şekil 7. M1 mekanizmasının hız grafiği

Şekil 7’de görülen M1 mekanizmasının hız-zaman grafiğinde; mekanizma harekete geçtiğinde, yaklaşık 2’nci saniyede en yüksek değerine (180 mm/s) ulaşmakta; bundan sonra parabolik bir şekilde 6’ncı saniyede tekrar 0 noktasına gelmektedir. Mekanizma 5’inci saniyede 25 mm/s değerine ulaşmakta, 7.5’inci saniyede -25 mm/s değerini bulmaktadır. Bu aralık

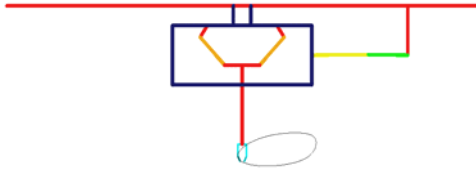
yaklaşık sabit kabul edilebilir. Yuva açıcı ucun toprağa girmeye başladığı bu andan sonra hız ters yönde simetrik bir karakter göstermekte; ucun topraktan çıkmaya başladığı anda ise yine tepe değerine ulaşarak ani bir artma eğilimiyle ilk konumuna dönmektedir.



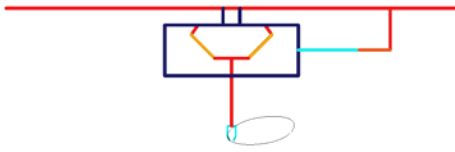
Şekil 8. M1 mekanizmasının ivme grafiği

M1 mekanizmasının Şekil 8’deki ivme diyagramı incelendiğinde; yuva açıcı uç harekete başladığı anda ani bir ivmelenme ile 3’üncü saniyede 105 mm/s<sup>2</sup> değerine ulaşmakta; ucun toprağa girmeye başladığı bu andan itibaren ivme değeri azalmakta ve karakter değiştirerek 5-7.5 saniye aralığında hemen hemen yatay konumda seyretmektedir. Bu aralıkta ivme değeri 0’a çok yakın olmakta, aynı zaman aralığında hız değerleri de yaklaşık olarak sabit kalmaktadır. Bu durum, yuva açıcı ucun toprak içerisine girip, yaklaşık 2.5 saniye süresince sabit konumda kalmasını, dolayısıyla fidelerin toprak içerisine bırakılıp ucun topraktan çıkması için yeterli zamanı sağlamaktadır. Şekil 9 – 12’deise Çizelge 6’da belirtilen uzuv uzunluklarına göre tasarlanan diğer dört mekanizmanın biyel eğrileri görülmektedir. Bu dört mekanizma da M1 mekanizmasında olduğu gibi MSC ADAMS programı üzerinde modellenmiş ve her bir mekanizmanın ayrı ayrı yer değiştirme, hız ve ivme grafikleri çıkartılarak incelenmiştir.

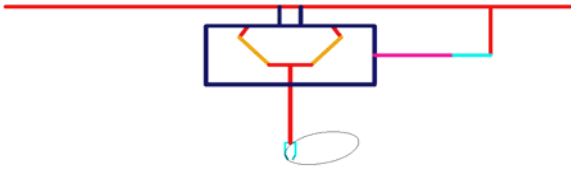
Biyel eğrilerinden görülebildiği gibi uzuv uzunlukları değiştiğinde mekanizmanın M1 mekanizmasının karakterinden ayrıldığı ve biyel eğrisinin dikim için hedeflenen bölgesinin giderek yere paralel bir konumdan dairesel bir kesite dönüştüğü gözlemlenmiş ve grafikler incelendiğinde ise mekanizmanın ivme değerinin sıfıra yaklaştığı görülmüştür. Bu durum mekanizmanın yuva açıcı ucunun toprak içerisine ani bir giriş yaparak istenilen kesitte fide dikim yuvası açmasını imkansızlaştırmaktadır.



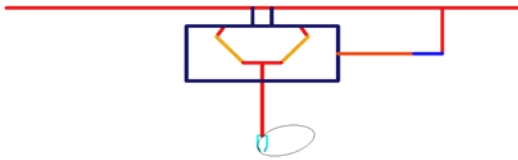
Şekil 9. M2 mekanizmasının oluşturduğu biyel eğrisi



Şekil 10. M3 mekanizmasının oluşturduğu biyel eğrisi



Şekil 11. M4 mekanizmasının oluşturduğu biyel eğrisi



Şekil 12. M5 mekanizmasının oluşturduğu biyel eğrisi

## SONUÇLAR

Tarım makinalarında kullanılan mekanizmalar alışlagelmişin dışında çok farklı işlevleri yapabilecek özelliklerde tasarlanmaktadır. Biyolojik malzemelerin agroteknik özelliklerine uyum sağlayabilecek özellikte olmaları; eğimli ve engebeli arazi koşullarında çalışabilecek olmaları, farklı çalışma hızlarında ve kinematik-dinamik özelliklerde işlevlerini yerine getirebilmeleri bu özellikler arasında sayılabilir.

Mekanizma tasarımında analiz, sentez ve sistematik olarak üç ana başlıktan bahsedilir. Analiz, mevcut bir mekanizmanın kinematik ve dinamik özelliklerinin ortaya konulması işlemidir. Sentez, bir işlevi gerçekleştirebilecek birçok mekanizmanın belirlenmesini ifade eder. Sistematikte ise sentezler sonucunda ortaya konulan mekanizmalardan en uygun

olanının bazı kriterlere göre seçilmesi amaçlanmaktadır.

Thomas (2002) yaptığı çalışmada çeltik fidelerinin dikimi için istenilen koşullar incelemiş ve farklı mekanizma tipleri içerisinde dört çubuk mekanizmasını seçerek, temel mekanizma hareket prensibi olan Grashof teoremine uygun olarak farklı uzuv uzunluklarına bağlı teorik olarak yüzlerce farklı mekanizma tasarlanabileceğini belirtmiştir. MATLAB ile yaptığı analizler sonucunda kendi tasarımında bu olasılıklardan bir tanesini seçmiş ve bu mekanizmanın kinematik analizlerini yapmıştır.

Alizadeh (2001) yaptığı doktora çalışmasında tüplü tip fidelerin toprağa dikilebilmesi için bir fide dikim makinası tasarlamıştır. Tasarımında, toprak blokları ve viyollü domates ve hıyar fidelerini materyal olarak kullanmış ve bu fidelerin hareketini kendi tekerleğinden alan bir sistem ile dikilmesini amaçlamıştır. Geliştirdiği tasarımda kinematik analiz yapmayan Alizadeh, geliştirdiği prototipin daha çok iş başarısı parametreleri üzerinde durmuş ve fide dikim makinası için ideal dikim hızının 0.6 – 1.2 km/h olduğunu tespit etmiştir.

Bu çalışmada; farklı fiziksel özelliklerdeki fideleri dikilecek düzlemsel bir kol mekanizması tasarlanmıştır. Tasarımda kabul edilen parametreler alanda daha önceki yapılan çalışmalar ve geliştirilen prototipler incelenerek seçilmiştir. Tasarımda kam mekanizmaları, Genova mekanizması gibi farklı mekanizma tipleri incelenmiş ve istenilen biyel eğrisinin olabilecek en az bileşen ile krank – biyel mekanizması ile sağlanabildiği görülmüştür.

Bu veriler ışığında tasarlanan makinenin çatısını hareketlendiren krank-biyel mekanizmasında farklı kol ve biyel uzunluklarına bağlı olarak fide dikimini gerçekleştirecek yuva açıcı ucun çizdiği biyel eğrileri paket programlar yardımıyla elde edilmiş ve bu eğrilerin analizi sonucunda amaca en uygun olan belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda  $r = 250$  mm ve  $l = 300$  mm olan mekanizmanın yer değiştirme, hız ve ivme karakteristikleri değerlendirilerek M1 mekanizmasının tasarlanan mekanizmalar içinde amaca en uygun mekanizma olduğu sonucuna varılmıştır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, mekanizmanın otomatik fide dikimini gerçekleştirebilecek makinalara uyumu irdelenmeli ve iyileştirme çalışmalarının sürdürülmesi gerekmektedir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 1995. Tarım Makinaları-Fide Dikim Makinası, TS 11622, TSE, Ankara.
- Anonim, 2010. TÜİK 2009 Yılı Türkiye Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi:06.07.2010).
- Alizadeh, H. H. A., 2001. Toprak Blokları ve Viyollerde Üretilmiş Fideler için Kullanılabilecek Bir Dikici Ünite Tasarımı, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Erdoğan, D., 1990. Mekanizma Tekniği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1193 Ders Kitabı:342, Ankara.
- Erol, M. A., İ.G. Dursun, 1998. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları: 1499, 271 s., Ankara.
- Gökcebay, B., 1986. Tarım Makinaları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 979, 395 s., Ankara.
- Kazıhan, K., B. Okutan, Z. Aslan, 1996. Makina ve Mekanizmalar Teorisi , Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 213 s, İstanbul.
- Önal, İ., 1987. Ekim Dikim Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:490, 372 s., İzmir.
- Söylemez, E., 2000. Mekanizma Tekniği, Prestij Ajans Matbaacılık, 434 s, İstanbul.
- Thomas, E.V., 2002. Development of a Mechanism for Transplanting Rice Seedling, Machine and Mechanism Theory 37:395-410.
- Ülger, P., E. Güzel, B. Kayışoğlu, B. Eker, B. Akdemir, Y. Pınar, Y. Bayhan, 1996. Tarım Makinaları İlkeleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 29, 435 s., İstanbul.