



Fasulyede Büyüme ve Gelişme Dönemleri

Ramazan İlhan Aytekin¹, Sevgi Çalışkan^{1*}

¹Niğde Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 51240 Niğde, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 02 Temmuz 2014
Kabul 08 Ağustos 2014
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:
Phaseolus vulgaris
Büyüme,
Gelişme dönemleri
Determinate
Indeterminate

ÖZET

Gelişme dönemlerinin tanımlanması üreticiler ve araştırmacılar arasında iletişimi geliştirir. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin gelişim aşamalarını tanımlamak için standart, doğru ve kolay bir sistem gereklidir. Bu çalışmanın amacı, fasulye bitkisinin gelişim dönemlerini basit fakat doğru bir şekilde açıklamaktır. Fasulye bitkisinin biyolojik döngüsü, vejetatif (V) ve generatif (R) dönem olmak üzere birbirini takip eden iki döneme ayrılır. Vejetatif dönem, ana sap üzerinde basit yaprağın üstünde oluşan üçlü gerçek yaprak (V1-VN) sayısına göre belirlenir. Generatif dönem ise çiçeklenme (R1-R2), meyve gelişimi (R3-R4), tohum gelişimi (R5-R6) ve olgunlaşma (R7, R8 ve R9) olarak tanımlanır.

* Sorumlu Yazar:

E-mail: sevcalskan@gmail.com

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 3(2): 84-93, 2015

Growth and Developmental Stages of Bean Plant

ARTICLE INFO

Article history:
Received 02 July 2014
Accepted 08 August 2014
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:
Phaseolus vulgaris
Growth
Developmental stages
Determinate
Indeterminate

ABSTRACT

Uniform description of developmental stages in crops improve communication among producers, researchers and others. A standardized, accurate, and easy system is needed to describe bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plant development. The objective of this study was to develop and describe stages of bean plant development in a manner which is simple but accurate. The biological cycle of the bean plant is divided into two successive phases: the vegetative stage (V) and the reproductive stage (R). Vegetative stages are determined by counting the number of trifoliolate leaves (V1 to VN) on the main stem beginning above the unifoliolate leaf. Reproductive stages R1 and R2 are based on flowering, R3 and R4 on pod development, R5 and R6 on seed development, and R7, R8 and R9 on maturation.

* Corresponding Author:

E-mail: sevcalskan@gmail.com

Giriş

Bütün canlılarda olduğu gibi bitkiler de doğarlar, büyürler, farklılaşarak gelişir ve sonuçta ölürlür. Bütün bu yaşam döngüsü içerisinde bitkide meydana gelen fizyolojik ve morfolojik değişimlerin ifade edildiği zaman periyodu “Bitki Gelişme Dönemi” olarak tanımlanır. Bitki gelişimi sırasında morfolojik değişiklikler bitki gelişim aşamalarını belirlemek için temel teşkil eder. Tohumun ekiminden fide çıkışına kadar geçen süre, fide çıkışından çiçeklenmeye, çiçeklenmeden meyve ve tohum oluşumuna, meyve ve tohum oluşumundan da olgunlaşmaya kadar geçen süreler birer bitki gelişme dönemleridir. Bitki gelişme dönemleri içerisinde karşımıza çıkan “Büyüme” ve “Gelişme” kavramlarının açıklığa kavuşturulması önemlidir. Genel olarak, bitkilerde madde değişimlerine neden olan fotosentez ve solunum gibi olaylar sonucunda, meydana gelen oldukça karmaşık şekilsel değişimler “Büyüme ve Gelişme” olarak isimlendirilir. Büyüme, kantitatif bir olay olup, genel olarak geri dönüşü olmayacak şekilde hacim yada ağırlıktaki değişiklikler olarak anlaşılır ve cetvel, terazi vb ile ölçülebilir (CIAT, 1986a). Bu, en, boy, boğum sayısı, kuru madde birikimi ve yaprak alanı gibi bazı parametreler tarafından ölçülen bir olgudur. Gelişme ise, kalitatif bir olgu olup, farklılaşma süreçleri ya da yapısal bir dizi olayları içeren fizyolojik değişikliklerdir (Helm ve ark., 1990). Gelişme çıkış, farklı yaprak ve sap oluşumları, çiçeklenme, meyve ve tohum oluşumu vb. gibi olaylar olup, sadece gözlemlenilebilir. Ancak bu olaylar birbirinden bağımsız aşamalar olarak değil, birbiri içerisine girmiş, karşılıklı etkileri olan karmaşık bir sistem içerisinde gerçekleşmektedir.

Bitkilerde büyüme ve gelişme olayları tohumun çimlenmesiyle başlar ve bitkinin hayatını devam ettireceği yeni tohumların oluşumu ile sonuçlanır. Tohum, bitki çoğaltımının en temel organıdır. Tohumlar birçok fizyolojik ve biyokimyasal özelliğe sahip olup; üretimin hem başlangıç materyali ve hem de son materyalidir (Çalışkan ve Çürük, 2012). Tohum çimlenmesi, tohumun su alması ile başlayan ve devamında embriyonik eksenin testadan dışarı çıkması ile sonuçlanan bir dizi olaylar olarak tanımlanır. Tohum, çimlenme için su, sıcaklık, oksijen, ışık ve toprak gibi farklı çevresel faktörlerin yardımına ihtiyaç duyar. Çimlenme kökçüğün çıkışıyla başlar ve hipokotilin toprak yüzeyine çıkarak klorofilin oluşmasıyla tamamlanır (CIAT, 1986). Çimlenmekte olan genç filizin klorofili yoktur ve gelişimini tohumdaki depolanan besin maddelerini kullanarak yapar. Bitki gövde ve sapsarı, embriyoda bulunan sap taslaklarının apikal meristemleri üzerinde yaprak, dal ve generatif organlar bulunan sürgünleri oluşturmaya başlar. Sürgün taslağının uzaması da radikula hücrelerinde olduğu gibi apikal meristem bölgesinde bulunan hücrelerin devamlı bölünmesi ve bölünen hücrelerin büyümesi sonucu oluşmaktadır. Sap büyümeye devam ederken, embriyoda bulunan yaprak ve yan dal taslaklarındaki hücreler bölünerek ve büyüyerek yapraklar ile yan dalları oluştururlar. Bitkilerde bu şekilde kök, sap ve yaprak oluşumuna “vejetatif büyüme” adı verilmektedir (Singh, 1982; CIAT, 1986a). Tohumun çimlenmesi vejetatif dönemin başlangıcı, çiçeklenme ise vejetatif dönemin bitişi olarak kabul edilir. Kök, sap ve yaprakların

oluşmasından sonra bitkilerde büyüme belirli bir süre devam ettikten sonra üreme organları olan çiçekler, meyve ve tohumların oluşumu başlar ki bu döneme “generatif büyüme” adı verilir. Vejetatif gelişmenin belirli bir aşamasında içsel bazı faktörlerin (hormonlar) etkisiyle vejetatif apikal meristem hücreleri, generatif meristem hücrelerine dönüşürler (dışsal faktörler de bu geçişin süresi veya oluşumu üzerine etkilidir). Bunun sonucunda bitkilerde çiçeklenme başlar. Bu geçiş bazı bitkilerde birkaç günde olabilirken, bazılarında yıllar alabilir. Hatta aynı bitkinin farklı meristemleri arasında da geçiş süresi açısından farklılıklar olabilir. Dölllenme sonucunda zigot, embriyo kesesi ve yumurta tohumu meydana getirirken, yumurtalık gelişerek meyveyi (perikarp) meydana getirir. Yani bitki bünyesinde cinsiyet mekanizmasının devreye girerek o bitkideki doğal üreme sonucunun görülmesi generatif devrenin başlangıcı olarak kabul edilir. Meyve ve tohumun olgunlaşmasıyla birlikte generatif dönem de tamamlanmış olur.

Bu derlemenin amacı, fasulye bitkisinin gelişim dönemlerini basit fakat doğru bir şekilde açıklamaktır.

Bitki Büyüme Tipleri

Kültürü yapılan fasulye çeşitleri bitki büyüme şekillerine göre sınıflandırılır. Kültür formları determinate (belirli büyüme tipi, bodur) veya indeterminate (belirsiz, sınırsız büyüme tipi, asma ya da sarılıcı) büyüme tipine sahip olup, otsu ve tek yıllıktır. Her ne kadar fasulye bitkisi temel olarak determinate ve indeterminate olarak sınıflandırılrsa da bu sınıflar içerisinde de farklı büyüme tipleri bulunmaktadır. Bu farklılıklara göre fasulye büyüme şekilleri dört alt tipe ayrılmakta ve bu şekilde tanımlamaları yapılmaktadır (Sing, 1982)

Determinate büyüme tipi

Tip I: Determinate bodur büyüme tipi olarak isimlendirilir. Ana sap ve yan dallar çiçek ve çiçek salkımı ile son bulur. Bitkide çiçekler görüldüğü zaman ana sap ve yan dallarda büyüme durur. Ana sap genellikle daha kalındır ve 5-10 boğuma sahiptir. Boğum araları genellikle kısadır. Determinate büyüme tipine sahip çeşitlerde 15-20 cm bodur bitkiler gözlenmesine rağmen bitki boyu genellikle 30-50 cm arasında değişir. Çiçeklenme kısa bir sürede tamamlanır ve meyveler hemen hemen eş zamanlı olgunlaşır (CIAT, 1986a). Debouck (1991), Avrupa ve Amerika’da çok erkenci çeşitlerde 3-7 adet üçlü yaprağa sahip olan, Orta Amerika’da ana sap üzerinde 7-15 boğuma sahip olan ya da 15-25 üçlü yaprağa (Andean) sahip olan determinate büyüme tipleri mevcut olduğunu bildirmiştir.

Indeterminate büyüme tipi

Indeterminate bitkiler üç farklı büyüme tipine sahiptir (Singh, 1982; Schoonhoven and Pastor-Corrales, 1987).

Tip II: Indeterminate çalı büyüme tipi olarak isimlendirilir. Bu tip içerisinde yer alan bitkiler kısa bir sürgün ile sonuçlanmasına rağmen tırmanma yeteneği olmayan dik bir ana sapa sahiptir. Yan dallarda sürgün üretimi yoktur. Ana sap üzerindeki boğum sayısı Tip I’deki bitkilerden (genellikle 12 boğumdan daha fazla) daha fazladır. Çiçeklenme esnasında vejetatif büyüme devam eder. Bu nedenle ana sap ve yan dallar Tip I’deki

bitkilere göre daha uzundur. Yan dallar ana dallara kıyasla daha kısadır (CIAT, 1986a).

Tip III: İndeterminate yerde uzanan asma formunda olup, ana sap yatık ya da yarı yatık formdadır. Bu tip bitkilerde yan dallar iyi gelişmiştir (Singh, 1982). Ana sap ve yan dallar üzerindeki boğum sayısı Tip I ve Tip II'deki bitkilerde bulunan boğum sayısından daha fazladır ve boğum araları daha uzundur. Ana sap ve yan dallar bir sürgünle sonlanır. Tip III bitkilerinde ana sap Tip I bitkilerindeki ana saptan (genellikle 80 cm'den daha uzundur) daha uzundur. Ana sap gelişimi ve dallanma açısı bu tip bitkilerde bazı varyasyonlara neden olur. Bu tip büyüme gösteren bazı bitkiler vejetatif gelişme döneminin ilk aşamasında yerde uzanan asma formuna geçebilirler. Diğer bazı bitkiler çiçeklenme dönemine kadar çalı, daha sonra yerde uzanan asma formunda olurken, diğer bazıları tırmanma eğilimi (yarı tırmanıcı) gösterirler (CIAT, 1986a).

Tip IV: İndeterminate tırmanma büyüme tipi olarak nitelendirilir. Ana sap 20-30 boğuma sahip olabilir ve bitkiler destekli olarak 2 metreden daha yükseğe çıkabilirler (Singh, 1982). Ana sap, çift bükülme özelliğine sahiptir. Bu nedenle ilk üçlü yapraktan sonra tırmanma yeteneğine sahip olabilir. Bu tip bitkilerde güçlü bir tepe baskınlığı olduğu için dallanma zayıftır. Çiçeklenme periyodu diğer büyüme tiplerine göre daha uzundur. Bu özellik, çiçeklenme, meyve oluşumu, meyve dolumu ve meyve olgunlaşması gibi bazı eş zamanlı gelişme dönemlerinin görülmesi bakımından imkan sağlar (CIAT, 1986a). Bu büyüme tipi, tırmanıcı forma sahip özellikle taze kullanılan fasulye çeşitlerinin tanımlanması ve sınıflandırılması bakımından uygun olmuştur (Helm ve ark., 1990).

Fasulyede Gelişme Dönemleri

Fasulye bitkisinin gelişimi, genel olarak birbirini takip eden iki aşamadan oluşur. Bunlar, tohumların ekilip çimlenme için uygun koşulların sağlanması durumunda tohumun çimlenmesi ile başlayan ve bitkide ilk çiçek tomurcuğu ya da ilk çiçek salkımı görüldüğünde sona eren vejetatif gelişme dönemi ile bitkide ilk çiçek tomurcuğu ya da ilk çiçek salkımı görüldüğü andan, meyve ve tohumun oluşması ve olgunlaşması ile olgunlaşmaya başlayan bitkinin hasat edilmesine kadar devam eden generatif gelişme dönemleridir (CIAT, 1986b). Fasulyenin vejetatif ve generatif gelişmesi esnasındaki farklı aşamalar; yaprak, çiçek, bakla ve tohum gelişime göre sınıflandırılır. Bu sınıflama aynı zamanda gövde boğumlarının gelişimi ile de ilgilidir

Her aşamanın tanımlanması bir harf ve bir numara içeren koda dayanmaktadır. Harf ilgili olduğu aşamanın ilk dönemine karşılık gelir (V: vejetatif dönem, R: generatif dönem). 0-9 arasında değişen numaralar ise ölçekte dönem pozisyonlarını gösterir. (Helm ve ark, 1986). Dönem pozisyonları fasulye bitkisinin gelişim ölçeğini oluşturur. Vejetatif ve generatif dönemler içerisinde her bir aşama bitkide bir gelişme olayı ile başlar ve onun adı ile tanımlanır, diğer aşama başladığı zaman sona erer ve bir sonraki aşama başlar.

Fasulye bitkisinde vejetatif ve generatif gelişme dönemlerinin süreleri farklı olmakta ve bu gelişme süreleri üzerine birtakım faktörler etkili olmaktadır.

Gelişme dönemlerinin süresini etkileyen en önemli faktörler genotip (karakteristik yapısı, büyüme şekli, olgunlaşma grubu ve çeşit) ve iklim faktörleridir. Vejetatif ve generatif gelişme dönemlerinin süresi üzerine en fazla etkiye sahip olan iklim faktörleri ışık (yoğunluk, fotoperiyot ve dalga boyu) ve sıcaklıktır. Sıcaklıkta günlük değişimlerin yanı sıra bu faktörlerin ortalamaları gelişim aşamaları süresinde önemli bir rol oynamaktadır. Yetiştirme koşulları, uygulanan kültürel yöntemler, toprağın fiziksel özellikleri, kuraklık ve ışık (yoğunluğu, fotoperiyot ve dalga boyu) gibi faktörler de gelişme dönemlerinin süresini etkileyen faktörler arasında yer alır (CIAT, 1986b).

Vejetatif Gelişme Dönemleri

Fasulye bitkisinde vejetatif gelişme dönemleri, ana sap üzerinde üçlü yaprakların olduğu boğum sayılarına göre belirlenir ve bu dönemler "V" harfiyle gösterilir (Helm ve ark., 1990). Determinate ve indeterminate büyüme tipine sahip bitkilerde vejetatif dönem, çıkış ve erken vejetatif gelişme (VE, VC, V1, V2 ve V3) ile dallanma ve hızlı vejetatif gelişme (V4 ve VN) esasına göre tanımlanmıştır. Bu dönemler Çizelge 1'de verilmiş ve alt başlıklar halinde tartışılmıştır.

Çizelge 1 Fasulyede vejetatif gelişme dönemleri (Laberon, 1974)

Dönemler	Açıklama
VE	Hipokotil çıkışı
VC	Kotiledon ve tek yapraklı dönem
V1	Tam gelişmiş ilk üçlü yaprak
V2	İkinci üçlü yaprak
V3	Üçüncü üçlü yaprak
V4	Dördüncü üçlü yaprak
VN	N'inci üçlü yaprak

VE Aşaması

Fasulye tohumu, tohum kabuğu, bir çift kotiledon ve embriyo olmak üzere üç ana kısımdan meydana gelmiştir. Çimlenme, tohumda bulunan embriyonun uygun şartlar bulduğunda gelişerek ana bitkiye benzer bitkiyi oluşturmak üzere tohumdan çıkarak serbest hale geçmesidir. Çimlenme birçok karışık biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikler dizisinden ibarettir. Fasulyede çimlenmeden çıkışa kadar olan aşamaları birbirinden kesin sınırlarla ayırmak oldukça güçtür. Çünkü bu aşamalar, tohumun canlılığı, performansı, çeşidi ve çimlenme ortamını oluşturan çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Tohumun çimlenmesinde toprağın besin elementi içeriği önemli değildir, bunun yerine bu aşamada tohumda depolanan besinler kullanılmaktadır (Anonymous, 2014).

Çimlenme, tohumun serbest besinleri içeren suyu kotiledondan bünyesine almasıyla başlar. Hücre bölünmesi ve biyokimyasal reaksiyonların uyarılması ile kökçük hilum bölgesinden yüzeye doğru çıkar ve daha sonra ana kök ile bunun üzerinde birincil ve ikincil yan kökler gelişir. Hipokotil de uzayarak kotiledonları yüzeye taşır. Böylece çimlenme aşaması tamamlanmış olur.

Fasulye sıcak iklim bitkisidir. Tohumlar çimlenme ve çıkış için minimum 15,5°C ve optimum 25-26°C sıcaklığa ihtiyaç duyarlar ve fasulye için 20°C sıcaklık düşük bir

sıcaklıktır (Scully ve Waines, 1987). Fasulye yetiştiriciliğinde çimlenme, gelişme ve verim için en uygun sıcaklık ise 18-27°C olarak belirlenmiştir (Çetinel, 1986). Çimlenmede toprak sıcaklığı da büyük öneme sahiptir. Fasulye tohumu, toprak sıcaklığı 10-11°C olduğunda yaklaşık 17 günde çimlenirken, sıcaklık 13-14°C'ye yükseldiğinde 6-8 günde, 15-16°C'ye yükseldiğinde ise sadece 5 günde çimlenir (Scarbrick et al., 1987). Çıkiş, 13°C'nin altındaki toprak sıcaklıklarında, kaymak tabakası, herbisit zararlanması ve kök çürüklüğü gibi hasarlardan kaynaklı olarak daha yavaş gerçekleşir (Anonymous, 2014). Çıkişta kotiledonlar toprak yüzeyinde görünürler ve fasulye bu özelliği ile epigeal bir çimlenme özelliği gösterir (Graham ve Ranalli, 1997).

Fasulyede iyi bir çıkış sağlamak açısından optimum çimlenme şartlarında yaklaşık 5 cm ekim derinliği tavsiye edilirken, kumsal topraklarda bu derinlik 7-8 cm olabilir (Robertson ve Frozier, 1978). Ayrıca, fasulye tohumlarının çimlenmesinde toprak ve su tuzluluğu kritik bir öneme sahiptir (Eroğlu, 2007; Çokkızgın, 2012).

VC Aşaması

Bu aşamada, kotiledonların toprak yüzeyinde görünmesiyle başlar (CIAT, 1986b). Bu aşamada hipokotil doğrulur ve maksimum uzunluğa erişinceye kadar büyümeye devam eder. Hipokotil tamamen doğrulduğunda kotiledonlar ayrılmaya ve epikotil gelişmeye başlar, laminalar ayrılır ve açılır. Kotiledon yapraklar sap üzerinde aynı noktada karşılıklı olarak bulunurlar. Kotiledon aşaması olarak adlandırılan bu devre boyunca genç bitkinin besin ihtiyacı kotiledonlar

tarafından karşılanır. Kotiledonlardan birinin zarar görmesi durumunda bitki gelişimi yavaşlar. Ancak her ikisinin de kaybolması gelişme önemli derecede etkiler (CIAT, 1986b).

Fasulyede basit yapraklar ana sapın ikinci boğumunda oluşur, tek yapraklı ve zıt pozisyonludur. Yapraklar maksimum boyuta ulaşmamış olsalar bile, tamamen genişleme genellikle yatay pozisyonda gerçekleşir.

Toprak besin element içeriği fasulye tohumlarının çimlenmesinden sonra fide gelişimi ve fide büyümesi üzerine büyük bir öneme sahip olup, yetersiz olduğu durumlarda zayıf çıkışlar, yavaş büyüme, fide ve bitkide bodurluk gibi olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Sing ve ark., 2003). Ayrıca besin elementi eksikliğinde kök büyümesi de olumsuz etkilenebilmektedir (Fawole ve ark., 1982; Cummung ve ark., 1992).

VI Aşaması

Bu aşamada kök, dal ve üçlü yaprakların oluşacağı hızlı vegetatif gelişme başlar. Bitkide ilk üçlü yaprağın açılmaya başladığı aşamadır. Fasulyenin ilk gerçek yaprakları ana gövdenin üçüncü boğumunda oluşmaktadır. Üçlü yaprakçıkların büyümesi, birbirine tutunan yaprakçıkların büyümesi, yaprakçıkların ayrılması ve yaprakçıkların tek bir düzlem üzerinde açılıp genişlemesi olmak üzere üç aşamada gerçekleşir. Ana sap üzerinde her boğumda üçlü gerçek yapraklardan bir adet bulunur. Bu aşamada ilk üçlü yaprak maksimum boyuta ulaşmamıştır ve petiolleri hala kısadır. Bu nedenle, ilk üçlü yaprak birincil basit yapraklardan daha kısadır ve basit yaprakların altında gibi görünür. Bu aşamada, kotiledonlar şekillerini kaybederek kıvrılır.



Şekil 1 VE Aşaması



Şekil 2 VC Aşaması



Şekil 3 Birincil basit yaprakların açılması



Şekil 4 VI Devresindeki bir fasulye bitkisi

V1 aşamasında, yabancı otlar bitkiye önemli derecede zarar vermektedir. Bu nedenle, özellikle bu dönemde yabancı ot mücadelesinin mekanik olarak dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bitki günün sıcak saatlerinde daha esnek olduğu için yabancı ot mücadelesinde özellikle bu saatler tercih edilmelidir (Peterson, 1990).

V1 aşaması sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekle birlikte ekimden sonra yaklaşık olarak 10. günde görülür (Lebaron, 1974).

V2-V3 Aşamaları

V2 aşaması, dördüncü boğumda ikinci üçlü yaprağın oluştuğu ve bitkilerin yaklaşık %50'sinde düz ve açık ikinci üçlü yaprakçıklar görüldüğü dönem olarak isimlendirilir. Fasulye bitkisinde V2 gelişim aşamasında yaprak kenarlarındaki keskinlik artık hissedilmeye başlar. İkinci üçlü yaprakçıkların görüldüğü bu aşamada kotiledonlar tamamen kurur ve çoğunlukla dökülürler. V2 aşaması sezona, çeşide, lokasyona ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak değişmekle birlikte ekimden sonra yaklaşık olarak 19. günde görülür (Lebaron, 1974).

V3 aşaması, beşinci boğumda üçüncü üçlü yaprağın oluştuğu dönem olarak isimlendirilir. Birinci üçlü yaprakçık gibi, yaprakçıkların laminaları tek bir düzlemde görüldüğü zaman üçüncü üçlü yaprakçığın açılmış olduğu düşünülür ve V3'ün başlangıcında yaprak hala ilk üçlü yaprakçıkların altında gibi görünür. Bu aşamada, sap, yan dallar ve tomurcukların görüldüğü diğer üçlü yapraklar gibi bazı vejetatif organlar net bir şekilde görülür. Bitkide ilk oluşan kotiledon yapraklar ve basit yapraklar açık bir şekilde farklılaşır (CIAT, 1986b). Bitkinin daha alt boğumlarında bulunan tomurcuklar genellikle dallanarak gelişir. Dallanmanın tipi, dal sayısı ve uzunluğu, diğer faktörlerin yanı sıra genotipe ve yetiştirme koşullarına bağlıdır. Fasulye bitkisinde ilk dallar genellikle bitkide V1 aşaması başladığında veya bitki ilk üçlü yaprakçığa sahip olduğu zaman görülmektedir. Bitkide ana gövde gelişimini tam olarak tamamlamış üç yada dört yaprağa sahip olduğu zaman ilk dal, üçlü yaprağı üretecek ilk boğumda oluşmuş olacaktır. Sap üzerindeki diğer dallar ve diğer üçlü yapraklar aynı şekilde gelişimine devam edecektir. Genellikle bu aşama vejetatif aşama içerisinde en uzun olanıdır. Bu aşama, bitkinin büyüme şekli, iklim, toprak ve genotipten dolayı uzun olabilmektedir. V3 aşaması sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekle birlikte ekimden sonra yaklaşık olarak 29. günde görülür (Lebaron, 1974) ve bu

aşamalar arasındaki gün sayısı yıldan yıla ve çeşitten çeşide değişiklik gösterir (Schneiter, 1990).

V4-VN Aşamaları

Fasulye bitkisinde V4-VN aşamaları bitki gelişim döneminde yan dalların oluştuğu ve hızlı vejetatif gelişimin gerçekleştiği dönemdir. V4 aşaması, bitkilerin altı boğumlu ve ana sap üzerinde dört adet tam gelişmiş üçlü yaprağa sahip oldukları aşamadır. Bu aşamada yaprak koltuklarında yan dallar gelişir. Bitki hızlı bir büyüme gösterir. Her üç-beş günde ana sap ve/veya yan dallar üzerinde yeni boğumlar gelişir. V4 aşamasında yaprak koltuklarındaki çiçek salkımı görülebilir büyüklüğe sahip değildir. V4 aşamasından sonra bitki generatif olarak ilerleme göstermektedir.

Fasulye bitkisinde VN aşaması, ana sap üzerinde beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci üçlü yaprakların oluştuğu aşama olarak tanımlanabilir. Determinate büyüme tipine sahip bitkilerde V5 aşamasında (ana sap üzerinde beşinci tam gelişmiş üçlü yaprağın oluştuğu dönem) çiçeklenme görülebilir ve bu dönemde R1 aşaması başlar. Determinate büyüme tipine sahip fasulye bitkilerinde V5 aşaması, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekle birlikte ekimden sonra yaklaşık olarak 50. günde görülür. İndeterminate büyüme gösteren fasulye tiplerinde ise çiçeklenme V8 (ana sap üzerinde sekizinci tam gelişmiş üçlü yaprağın oluştuğu dönem) aşamasında görülebilir ve bu tiplerde R1 dönemi V8 aşamasında başlar. İndeterminate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde V8 aşaması, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak ekimden sonra yaklaşık 40. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

Generatif Gelişim Dönemleri

Determinate büyüme gösteren bitkilerin tepe tomurcuğu çiçek tomurcuğunu geliştirdiğinde, indeterminate büyüme gösteren bitkilerde ise ilk çiçek salkımı geliştiğinde generatif dönem başlar. Fasulye bitkisinde generatif gelişim dönemleri, ön çiçeklenme, çiçeklenme, meyve oluşumu, meyve dolumu ve olgunlaşma esasına göre tanımlanmıştır (CIAT, 1986b). Determinate büyüme tipindeki bitkilerde yeni vejetatif yapıların gelişmesi durur, generatif dönem başlarken; indeterminate büyüme tipinde yeni boğum, dal ve yaprak gibi vejetatif yapıların oluşması ve gelişmesi devam eder. Bu dönemler R harfiyle belirtilmiş olup, Çizelge 2'de verilmiş ve alt başlıklar halinde tartışılmıştır.



Şekil 5 V3 Devresindeki bir fasulye bitkisi



Şekil 6 V4 Devresindeki bir fasulye bitkisi

Çizelge 2 Fasulyede Generatif Gelişme Dönemleri (Laberon, 1974)

Dönemler	Açıklama
R1	Ana sap üzerindeki herhangi bir boğumda bir çiçek bulunduğu dönem
R2	Çiçeklenme ortası, %50 çiçeklenme dönemi
R3	Bitki üzerinde maksimum uzunluğa ulaşmış bir meyvenin bulunması
R4	Meyvelerin %50'sinin maksimum uzunluğa ulaştığı dönem
R5	Bitki üzerinde gelişmiş tohumlu bir meyvenin bulunduğu dönem
R6	Bitki başına meyvelerin %50'sinin tam gelişmiş tohum oluşturduğu dönem
R7	Bitki üzerinde fizyolojik olarak olgunlaşan bir meyvenin bulunduğu dönem
R8	Bitki üzerinde %50'den fazla yaprağın sarardığı dönem
R9	Meyvelerin %80'inin hasat olgunluğuna geldiği dönem

R1 Dönemi (Ön çiçeklenme)

Bu dönem, ana sap üzerindeki herhangi bir boğumda en az bir tomurcuğun ya da salkımın ortaya çıktığı dönemdir. Determinate ve indeterminate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R1 döneminde farklılıklar bulunmaktadır. Determinate büyüme gösteren fasulye çeşitlerinde çiçek tomurcuğu ana sapın yada yan dalların son boğumunda gelişir. Bitkilerde çiçeklenme başladığı zaman sap ve yan dalların büyümesi sonlanır. Çiçek tomurcuğunda Çiçeklerin görülmesi yan tomurcukların gelişmesinden önce olur. İndeterminate büyüme gösteren çeşitlerde çiçek salkımları bu dönemin başlangıcında daha alt boğumlarda görülmektedir. İndeterminate büyüme gösteren çeşitlerde, bitkinin tepe kısımlarındaki vejetatif meristem büyümeye devam eder. Çiçeklenme, tomurcukların gelişmesinden dolayı üçlü yaprakların koltuklarında gerçekleşir. Gelişme aşamasının başlarında çiçeklenme dallanma ile karıştırılabilir. Gelişmenin ilerlemesinden sonra oluşan yapılar çiçek salkımının ayırt edilmesine yardımcı olur. Çiçek salkımında en belirgin olan organlar üçgen biçimindeki taç yaprak ile oval ve yuvarlak ikincil taç yapraklardır. Çiçeklenme şekli silindirik yada küreseldir. İndeterminate büyüme gösteren çeşitlerin koltuk altları çiçek ve vejetatif organ geliştirme özelliğine sahip olabilmektedir. Bu tip büyüme gösteren çeşitlerde koltuk altı kompleksinin gelişmesinde ortadaki tomurcuk çiçek salkımı oluştururken; diğer iki yan tomurcuktan biri gelişmez, diğeri ise genellikle dal oluşturur. İndeterminate büyüme gösteren çeşitlerde bu dönemde bitkinin herhangi bir boğumunda çiçek açar ve sarılıcı sap görülmeye başlar.

Determinate ve indeterminate büyüme gösteren tiplerde çiçek salkımları, çeşitlere bağlı olarak kendi şekil ve pigmentasyonunu kazanıp tam olarak büyüme gerçekleştiğinde tomurcuk üretimi başlar. Bu olaydan bir gün önce tomurcukta şişme görülür ve çiçeğin açılması meydana gelir (CIAT, 1986b).

Determinate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R1 dönemi, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekle birlikte ekimden sonra yaklaşık olarak 50. günde görülürken; indeterminate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde 40. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

R2 Dönemi (Çiçeklenme)

Bu dönem çiçeklenme ortası yani %50 çiçeklenmenin gerçekleştiği dönemdir. Bu dönemin sonunda bitki üzerinde en az bir meyve bulunmaktadır. Bitkide ilk meyve, ilk çiçek tomurcuğunun olduğu boğumda görülür. Determinate büyüme gösteren çeşitlerde

çiçeklenme ve meyve oluşumu ana sap ve yan dalların son boğumunda başlar ve daha alt boğumlara doğru azalarak devam eder. İndeterminate büyüme tipine sahip çeşitlerde ise çiçeklenme ve meyve oluşumu ana sapın daha alt kısımlarında başlar ve yukarıya doğru devam eder. Yan dallarda çiçeklenme ana saptaki gibi seyrederek. Her iki büyüme tipinde de çiçek döllenmeden hemen sonra açar, taç yapraklar sararıp solar ve meyve gelişmeye başlar, meyve gelişmesine bağlı olarak da solan taç yapraklar kuruyup dökülür. R2 döneminde determinate büyüme gösteren tiplerde meyveler genellikle 2-3 boğumda oluşmuş olup, yaklaşık olarak 12,7 mm uzunluğundadır. İndeterminate tiplerde ise meyveler pek çok bitkide 2-5 boğumda oluşmuş olup, 12,7 mm uzunluğundadır. Determinate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R2 dönemi, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 53. günde; indeterminate tiplerde ise 43. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

R2 dönemi kuraklığa en hassas dönemdir. Yüksek sıcaklık ve düşük nem içeriği döllenmeyi engellediği için çiçeklerin dökülmesine neden olur. Toprak nemi yeterli değilse çiçek sayısı azalır ve buna bağlı olarak çiçeklenme süresi kısalmıştır. Bu dönemde özellikle 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklar çiçeklerin dökülmesine ve sonuç olarak verimi doğrudan etkileyen meyve sayısının ve meyvedeki tohum sayısının düşmesine neden olmaktadır (Manjeru ve ark., 1995; Calvache ve ark., 1997). Boutraa ve Sanders (2001) bu dönemde ortaya çıkan kuraklık stresinin üçlü yaprak sayısı, sap uzunluğu, yan dal sayısı ve ana sap boğum sayısını azalttığını bildirmiştir. Bu dönem tuzluluk stresine de oldukça hassas bir dönemdir. Tuzluluk stresi büyüme periyodunu kısaltır ve dolayısıyla bitki başına meyve sayısı azalır. Verimi etkileyen en önemli komponentlerden birisi olan meyve çevresel streslere hassastır (Kardoni ve ark., 2013).

R3 Dönemi (Meyve oluşumu)

Bu dönem, meyve oluşum dönemi olarak isimlendirilir. Bitkide çiçeğin taç yaprakları meyveden sarkmış ya da bağımsız pozisyonda meyveler görüldüğü zaman R3 dönemi başlar. Determinate büyüme tipine sahip bitkilerde ilk meyveler ana sap ve yan dalların üst kısımlarında görülür, bundan sonra oluşan meyveler yukarıdan aşağıya doğru görülür. İndeterminate büyüme tipine sahip bitkilerde ise ilk meyveler bitkinin alt kısımlarında oluşur ve yukarı boğumlarda oluşmaya devam eder. Determinate fasulye tiplerinde çiçeklerin ilk olduğu boğumda meyveler yaklaşık 2,5-3 cm uzunluğundadır. Bu dönemde bütün boğumlarda ikincil

dallanma görülür. Bu nedenle bitkiler daha yoğun görünürler fakat boyları kısadır. İndeterminate fasulye tiplerinde de meyveler yaklaşık 2,5 cm uzunluğundadır ve meyveler daha yüksek boğumlarda görülürler. Fasulyede meyve gelişimi çeneklerin gelişimi temeline dayanır. Çiçeklenmeden sonraki 10-15 gün esnasında tohum çok küçük büyür. Meyve tam büyüklüğüne ve ağırlığına ulaştığında meyve dolumu başlar.

Wolyn ve ark., (1989) bu dönemde nodül sayısı ve nodül ağırlığının en yüksek değere ulaştığını, bunun sonucu olarak nitrojenaz aktivitesinin de bu dönemde daha yüksek gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu dönemde ortaya çıkan kuraklık stresi meyve başına tohum sayısını ve tohum ağırlığını önemli derecede azaltarak tohum veriminin düşmesine neden olur (Manjeru ve ark., 1995). Döllenme sonrası yüksek sıcaklık meyve oluşumunu olumsuz etkiler. Gross ve Kigel (1994), erken meyve oluşum döneminde ortaya çıkan yüksek sıcaklıkların stigmada polen tüpünün girişini azalttığını ve sonuç olarak daha az sayıda meyve ve tohum oluştuğunu bildirmiştir. Yüksek sıcaklıklar oluşmuş meyvelerin dökülmesine neden olur.

Fasulyenin çinko besin elementi isteği yüksektir. Nadergoli ve ark. (2011), çiçeklenme ve meyve oluşum döneminde yapraktan çinko uygulamasının bitki başına meyve sayısı, meyve başına tohum sayısı, hasat indeksi ve tohum verimi değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Determinate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R3 dönemi, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 56. günde; indeterminate tiplerde ise 46. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

R4 Dönemi (%50 meyve oluşumu)

Bu dönem meyve oluşumunun ortası yada bitkideki meyvelerin %50'sinin maksimum uzunluğa ulaştığı dönemdir. Determinate büyüme tipine sahip bitkilerde



Şekil 7 Sınırsız büyüme eğilimindeki bir bitkinin koltuk altı kompleksinin gelişimi

meyveler yaklaşık 7,5-8 cm uzunluğunda ve tohumlar henüz farkedilebilir boyuta ulaşmamıştır. İndeterminate tiplerde ise meyveler 5 cm uzunluğunda olup, determinate tiplerden daha kısadır. Bu dönem tane verimi açısından önemli bir devredir. R4 ve R8 dönemleri arasında meydana gelen herhangi bir stres, diğer devrelere göre verimde daha fazla bir azalmaya neden olur. Tane verimindeki azalma, bitki başına meyve sayısında azalma ve meyve başına tohum sayısındaki azalmadan kaynaklanmaktadır. Fasulye bu dönemde yüksek sıcaklıklara oldukça hassastır. Gross ve Kigel (1994) yüksek sıcaklıkların bitkide meyve tutumunu azalttığını bildirmişlerdir. Bu dönemde ortaya çıkan yüksek sıcaklıklar bitkide tutmuş olan meyvelerin dökülmesine neden olacaktır. Bu nedenle, Shonnard ve Gepts (1994), fasulye ıslahında sıcağa dayanıklı çeşit ıslahının önemli olduğunu bildirmiştir.

Determinate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R4 dönemi, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 59. günde; indeterminate tiplerde ise 50. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

R5 Dönemi (Tohum oluşumu başlangıcı)

Tohum oluşum başlangıcı olarak tanımlanan R5 dönemi, bitki üzerinde gelişmiş tohumlu bir meyvenin bulunduğu dönemdir. Determinate büyüme tipine sahip bitkilerde meyveler yaklaşık 8-10 cm uzunluğundadır. Bu dönemde tohumlar artık farkedilebilir boyuta ulaşmıştır. İndeterminate tiplerde ise meyveler yaklaşık 7,5-8 cm uzunluğundadır. Bu dönemde tohumlar dokunulduğunda hissedilebilir boyuttadır. Determinate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R5 dönemi, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekle birlikte ekimden sonra yaklaşık olarak 64. günde görülürken; indeterminate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde 56. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).



Şekil 8 R2 dönemindeki bir fasulye bitkisi



Şekil 9 R3 dönemindeki bir fasulye bitkisi



Şekil 10 R4 dönemindeki bir fasulye bitkisi

R5 döneminde bitkiler daha fazla miktarda su ve besin maddesine ihtiyaç duyarlar. Çevresel stresten kaynaklanan verim kayıpları meyve sayısı ve meyve içerisindeki tohum sayısının azalması ve tohumların küçülmesi ile gerçekleşir. Szilagyi (2003), kuraklık stresinin bitki başına meyve sayısını %60, meyve başına tohum sayısını %26, 100-tohum ağırlığını %13 ve tohum verimini de %13 oranında azalttığını bildirmiştir. Singh (1995) tane dolun periyodu esnasında ortaya çıkan su stresinin kuru fasulyede olgunlaşmayı hızlandırdığını, 100-tohum ağırlığını azalttığını ve sonuç olarak verimin azaldığını belirtmiştir.

R6 Dönemi (%50 tohum oluşumu)

R6 dönemi bitki üzerindeki meyvelerin %50'sinin tam gelişmiş tohum oluşturduğu dönem olarak tanımlanır. Bu dönemde tohumlar aktif olarak büyümeye başlar. Meyve içerisinde büyüyen tohumların karşılıklı olarak şiştikleri görülür. Çiçeklenmeden sonra 10-20 gün boyunca meyve uzar. “Yeşil tohum“ dönemi olarak bilinen bu dönemde meyveler maksimum boyutlarına ve ağırlıklarına ulaşırlar, daha sonra tohum ağırlığı belirgin bir şekilde artar. Çiçeklenmeden yaklaşık 20 gün sonra tohum dolunu başlar ve tohumlar 30-35 gün sonra maksimum ağırlığa ulaşır. Determinate büyüme tipine sahip bitkilerde meyveler maksimum büyüklüklerine ulaşmışlar, tohumlar 6 mm'den daha uzundur. Determinate tiplerde R6 dönemi sezona, çeşide ve bölgeye göre farklılık göstermekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 66. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

İndeterminate tiplerde de meyveler maksimum büyüklüklerine (yaklaşık 11-12 cm) ulaşmışlar, tohumlar meyve içerisinde karşılıklı şişkinleşerek belirgin büyüklüğe erişmiş ve yaklaşık 6-7 mm uzunluğundadır. İndeterminate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R6 dönemi, yetiştirildiği sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 60. günde görülmektedir (Lebaron, 1974). Bu dönem her iki büyüme tipinde de sulamaya oldukça hassas bir dönemdir. Bu dönemde bitkiler kısıtlı sulandığında dane büyüklüklerinde azalma, düşük 100-tohum ağırlıkları ve sonuç olarak verimde düşmeler meydana gelir.

R7 Dönemi (Olgunlaşma başlangıcı)

Bitki üzerinde fizyolojik olarak olgunluk rengini almış bir meyvenin görünmesiyle R7 devresi başlamış olur. Fasulye, çeşitlere bağlı olarak meyve rengi bakımından farklılıklar gösterir. Çeşitlere göre olgunlukta en sık

rastlanan meyve renkleri kahverengi, ten rengi ve krem rengidir. Renkli tohum kabuğu olan çeşitlerde meyve olgunlaştıkça renkler, lekeler ve noktalar oluşur. Bu dönemin sonunda yeşil tohumlar çeşitlere bağlı olarak tohum özelliklerini kazanmaya başlar. Tohumda renk değişimi ilk önce hilum çevresinde görülür ve daha sonra tüm testaya yayılır. Meyvenin pigmentasyonu genellikle tohum pigmentasyonunun başlamasından sonra görülür. Determinate büyüme tipine sahip bitkilerde ilk oluşan meyveler tam olarak gelişmiş yeşil tohumlara sahiptir. Bitki üzerindeki yan dal ve ikincil yan dallar maksimum uzunluğa ulaşmış meyvelere sahiptir. Bu dönemde, tüm bitkideki meyveler gelişimlerini tamamlamışlardır. Determinate tiplerde bu dönem ekimden sonra yaklaşık olarak 72. günde görülür (Lebaron, 1974). İndeterminate tiplerde ise ilk oluşan meyveler tam gelişmiş tohumlara sahiptir. Bitkinin sarılcı uç kısımlarındaki ve 10-13. boğumlarında bulunan meyvelerdeki tohumlar yaklaşık aynı büyüklüğe sahiptir. İndeterminate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R7 dönemi, yetiştirildiği sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 70. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

Bu dönemde tohumlarda kuru madde birikimi maksimum seviyededir. R7 döneminin sonlarında hem baklalarda hem de tohumlarda yeşil renk kaybolarak olgunluk rengi meydana gelir. Generatif dönemler arasındaki gün sayısı bakımından en uzun dönem R7 ve R8 arası olup, bu süre determinate tiplerde 18 gün, indeterminate tiplerde ise 12 gündür (Lebaron, 1974).

R8 Dönemi (Fizyolojik olgunluk)

Bu dönemde yapraklar klorotik olarak açılır ve yaprak dökümü başlar. Dökülme ilk olarak alt yapraklarda görülür. Yaprak dökülmesinin başlaması ve dökülme süresi genotipe, bitkinin büyüme tipine ve bu dönemdeki iklim koşullarına bağlıdır. Bu dönemde meyve ve tohumlar yeşil renklerini kaybederek fizyolojik olarak olgunlaşma görülür. Tohumlar yaklaşık olarak %60 kadar nem içerirler. Bu devrede meydana gelecek stres (dolu ve benzeri nedenlerden dolayı meyvenin çatlayıp dökülmesi hariç) verim üzerinde hemen hemen hiçbir etkiye sahip değildir.

Determinate ve indeterminate büyüme tipine sahip çeşitlerin R8 dönemleri arasında farklılık vardır. Determinate büyüme tipine sahip bitkilerde yaprakların büyük bir kısmında sararma görülür. İkincil yan dallarda bulunan küçük meyveler de kuruyup hasat olgunluğuna

ulaşırlar. Bu tiplerde R8 dönemi yetiştirme sezonuna, çeşide ve lokasyona bağlı olmakla birlikte genel olarak ekimden sonra yaklaşık 90. günde görülür. İndeterminate tiplerde ise yine bitkinin yarısından fazlasında yapraklar sararır, maksimum üretime ulaşıldığında bitkideki yeni oluşan küçük meyvelerde kuruma olabilir. İndeterminate tiplerde R8 dönemi yaklaşık olarak 82. günde görülür. Olgunlaşma döneminde hava kuru olmalıdır. 10°C'nin altındaki sıcaklıklar tanenin olgunlaşmasını engeller.

R9 Dönemi (Hasat dönemi)

Olgunluk dönemi olarak isimlendirilen bu dönem, fasulyede gelişme aşamasının son bulunduğu R9 dönemidir. Bu dönemde bitkinin tüm kısımları sararır ve kurur. Kuruyan meyve pigmentasyonunu kaybeder. Bu dönemin sonunda tohumun nem içeriği %15 ya da daha altına düşer ve tohum tipik rengini alır. Tohumlar çeşitlere göre değişmekle birlikte depolama esnasında bile renkleri değişebilir. Bu dönem biyolojik döngünün sonudur ve bitki hasat için hazır hale gelmiştir. Determinate ve indeterminate büyüme tipine sahip çeşitlerin R9 dönemleri arasında farklılık vardır. Determinate büyüme tipine sahip çeşitlerde bitkilerdeki meyvelerin %80'i sararıp olgunlaşır, yalnızca yaprakların %40'ı hala yeşildir. İndeterminate tiplerde ise yine meyvelerin %80'i sararıp olgunlaşır. Bu tiplerde yaprakların sadece %30'u yeşil kalır. Bu dönemde havanın sıcak ve kuru olması istenir. Fasulye bitkisinde R8 ve R9 dönemi arasındaki süre de bitki büyüme tiplerine göre farklılık gösterir. Bu süre determinate tiplerde 15 gün iken, indeterminate tiplerde 12 gündür.

Determinate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde R9 dönemi, sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 105. günde görülmektedir. İndeterminate büyüme tipine sahip fasulye çeşitlerinde ise R9 dönemi, yetiştirildiği sezona, çeşide ve lokasyona bağlı olarak değişmekte ve ekimden sonra yaklaşık olarak 94. günde görülmektedir (Lebaron, 1974).

Determinate ve indeterminate kuru fasulye tiplerinde vejatif ve generatif gelişim dönemleri arasındaki süreler Çizelge 3'te verilmiştir. Ortalama gün sayıları sezondan sezona ve çeşitten çeşide değişmektedir.

Çizelge 3 Determinate ve indeterminate fasulye tiplerinde farklı gelişme dönemleri arasındaki süreler (Laberon, 1974)

Gelişme dönemleri	Ortalama süre (gün)	
	Determinate (Tip I)	İndeterminate (Tip II)
VE-VC	6	6
VC-V1	6	6
V1-V2	9	9
V2-V3	10	10
V3-V4	3	3
V4-VN	Her üç günde bir yeni bir boğum	
R1-R2	6	3
R2-R3	6	3
R3-R4	9	4
R4-R5	10	6
R5-R6	3	4
R6-R7	6	10
R7-R8	6	12
R8-R9	9	12



Şekil 11 R5 dönemindeki bir fasulye bitkisi



Şekil 12 R6 dönemindeki bir fasulye bitkisi



Şekil 13 R7 dönemindeki bir fasulye bitkisi



Şekil 14 R8 dönemindeki bir fasulye bitkisi



Şekil 15 R9 dönemindeki bir fasulye bitkisi

Sonuç

Fasulye bitkisinde büyüme ve gelişme üzerine iklim, toprak ve biyotik faktörlerin etkileri çok iyi bilinmesine rağmen, bitki morfolojisi konusunda yeterli Türkçe kaynak bulunmamaktadır. Yetiştiricilik esnasında yapılacak olan gözlemler ve tarımsal uygulamalar için zaman referansı olarak bir zaman ölçeğinin kullanılması gerekmektedir. Bu bakımından, bitki morfolojisinin bilinmesi ve gelişme dönemlerinin iyi tanınması ve tanımlanması iyi bir yetiştiricilik yapılabilmesi açısından temeldir. Fasulye bitkisinin biyolojik döngüsü genetik ve iklim faktörlerine göre değişmektedir. Bu nedenle, farklı iklim koşulları altında yetiştirilen aynı genotipin bitkileri gelişmenin aynı döneminde olmayabilirler. Bitkilerde zaman ölçeğinin kullanılması bitkinin morfolojik gelişimine dayanır. Bu durumda bitki gelişimi esnasında ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler daha da önemli olur. Bu zaman ölçeği ile gözlem ve tarımsal uygulamalar bitki gelişim dönemleri ile ilişkilendirilebilir. Böylece farklı bölgelerden elde edilen verilerin karşılaştırılmasında tutarlılık sağlanmış olur.

Kaynaklar

- Anonymous, 2014. http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/5plantin_g.ht
- Boutraa T, Sanders FE. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187:251-257.
- Calvache M, Reichardt K, Bacchi OOS, Dourado-Neto D. 1997. Deficit irrigation at different growth stages of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L., cv Imbabello). *Scientia Agricola*, 54:1-16.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1986a. Morphology of the common bean plant, Study Guide, Cali, Colombia, p.56.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1986b. Annual Report bean program, Cali, Colombia, p.331.
- Cumming JR, Cumming AB, Taylor GJ. 1992. Patterns of root respiration associated with the induction of aluminum tolerance in *Phaseolus vulgare* L. *Journal of Experimental Botany*, 43:1075-1081.
- Çalışkan S, Çürük O. 2012. Soya Çeşitlerinde Farklı Tohum Pozisyonlarının Çimlenme, Fide Gelişimi ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri. *M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17: 97-106.
- Çetinel T. 1986. Sebze tarımı. Eskişehir Ziraat Araştırma Enstitüsü. Eskişehir.
- Çokkızgın A. 2012. Salinity Stress in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed Germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1):177-182.
- Debouck D. 1991. Systematics and morphology. In: ed. A.van Schoonhoven and O. Voysest, *Common Beans: Research for Crop Improvement*, CIAT, Cali, Colombia, pp.55-118.
- Eroglu I. 2007. Effects of salt stress on the seed germination and seedling growth of some bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars. *Ege University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Biology Department, PhD Thesis*, 77 p.
- Fawole I, Gabelman WH, Gerloff GC. 1982. genetic control of root development in beans (*Phaseolus vulgare* L.) grown under phosphorus stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107: 98-100.
- Graham PH, Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, 53: 131-146.
- Gross Y, Kigel J. 1994. Differential sensitivity to high temperature of stages in the reproductive development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, 36: 201-212.
- Helm JL, Grafton KF, Schneiter AA. (eds.). 1990. *Dry Bean Production Handbook*. No. A602. North Dakota State Univ. Ext. Serv., Fargo, ND.
- Kardoni F, Mosavi SJS, Parande S, Torbaghan ME. 2013. Effect of salinity stress and silicon application on yield and component yield of faba bean (*Vicia faba*). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6: 814-818.
- Lebaron MJ. 1974. A description: Developmental stages of common bean plant. University of Idaho, College of Agriculture, Current Information Series, No.228.
- Manjeru P, Madonzi T, Makaredza B, Nciizah A, Sithole M. 1995. Effects of water stress at different growth stages on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *African Crop Science Conference Proceedings*, 8: 299-303.
- Nadergoli MS, Yarnia M, Khoei FR. 2011. Effect of zinc and manganese their application method on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. CV. Khomein). *Middle-East Journal of Scientific Research*, 8: 859-865.
- Peterson D. 1990. *Dry Bean Production*, In: *Weed Control*, (Ed. Helm, J.L.; Grafton, K.F.; Schneiter, A.A.) NDSU Extension Service, Fargo, ND 58105.
- Robertson LS, Frozier RD. Ed. 1978. *Dry Bean Production Principles and Practices*, Extension Bulletin E-1251. Michigan State University, East Lansing, Mich. 48824.
- Scarbrick DH, Carr MKV, Wilks JM. 1987. The effect of sowing date and season on the development and yield of navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in southeast England. *Journal of Agricultural Science*, 86: 65-76.
- Schneiter AA. 1990. *Dry Bean Production*, In: *Germination, Growth and Development*, (Ed. Helm, J.L.; Grafton, K.F.; Schneiter, A.A.) NDSU Extension Service, Fargo, ND 58105.
- Schwartz HF, Brick MA, Nuland DS, Franc GD. (Tech. eds). 1996. *Dry bean production and pest management*. Regional bulletin, 562 P, pp. 106. Universities of Colorado, Nebraska, and Wyoming, USA.
- Shonnard GC, Gepts P. 1994. Genetics of heat tolerance during reproductive development in common bean. *Crop Science*, 34:1168-1175.
- Schoonhoven A. van and Pastor-Corrales MA. 1987. Standart System for the Evaluation of Bean Germplasm. CIAT, Cali, Colombia, 53 pp.
- Singh, S.P., 1995. Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean. *Crop Sci.*, 35, 118-124.
- Singh SP, Teran H, Munoz CG, Osorno JM, Takegami JC, Thung MDT. 2003. Low soil fertility tolerance in landraces and improved common bean genotypes. *Crop Science*, 43:110-119.
- Singh SP. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Annual Report*. Bean improvement cooperative. New York. 25: 92-95.
- Scully B, Waines JG. 1987. Germination and Emergence response of Common and Tepary Beans to Controlled Temperature. *Agronomy Journal*, 79: 287-291.
- Szilagy L. 2003. Influence of drought on seed yield components in common bean. *Bulgarian Journal Plant Physiology*, Special issue: 320-330.
- Wolyn DJ, Attewell J, Ludden PW, Bliss FA. 1989. Indirect measures of N₂ fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under field conditions: The role of lateral root nodules. *Plant and Soil*, 113:181-187.