

## Tahıllarda yatma (Derleme)

Necdet AKGÜN<sup>a,\*</sup>

Ali TOPAL<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya, Türkiye

### Lodging in cereals (A review)

#### SUMMARY

Two types of lodging occur in cereals. These are root lodging and stem breakage. Root lodging occurs early in the season. Stem breakage occurs later in the season as the stalk becomes more brittle due to crop maturation or due to sawfly infestation.

Lodging in cereal crops is influenced by morphological (structural) plant traits as well as environmental conditions. Lodging is also variety (cultivar) dependent. A tall, weak-stemmed wheat cultivar has a greater tendency to lodge than of semi-dwarf cultivar with stiffer straw. Under conditions of high moisture and nitrogen fertility, semi-dwarf varieties are less prone to lodging than standard ones.

Control of lodging may begin with seedbed preparation, seed selection, seed treatment, seeding rate and methodology, fertilizer application, weed, insect and disease control (use of fungicides). Control of lodging may also include the use of plant growth regulators (PGRs), some agronomic practices such as crop rotation and physical and chemical condition of the soil, crop nutrition and selection of responsive cultivars.

KEY WORDS: Cereals, lodging, root lodging, stem breakage

#### ÖZET

Tahıllarda iki tür yatma meydana gelmektedir. Bunlar kök yatması ve sap kırılmasıdır. Kök yatması erken dönemlerde meydana gelirken, sap kırılması daha geç dönemlerde olgunlaşma veya böcek istilası nedeniyle sapların daha kırılabilir olmaları sonucu meydana gelmektedir.

Tahıllarda yatma bitkinin morfolojik özellikleri kadar çevre şartlarından da etkilenmektedir. Aynı zamanda yatma çeşit özelliğine de bağlıdır. Uzun, zayıf saplı bir buğday çeşidi yarı bodur sağlam saplı çeşide nazaran yatmaya daha çok meyillidir. Yüksek nem ve aşırı azot uygulamalarında yarı bodur çeşitler standartlara nazaran yatmaya daha az meyillidir.

Yatmanın kontrolü; tohum yatağının hazırlanışı, tohumluğun seçimi, muamelesi ve miktarı, ekim yöntemi, gübre uygulaması, yabancı ot, böcek ve hastalık kontrolü ile başlayabilir. Buna bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı, bitki münavebesi, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı, bitki beslenmesi, uygun çeşit ıslahı ve çeşit seçimi dahil edilebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Tahıllar, yatma, kök yatması, sap kırılması

#### GİRİŞ

Yatma dünyanın pek çok bölgesinde kültür bitkilerinde önemli verim kayıplarına neden olan bir durumdur. Kültür bitkileri içerisinde yatmanın en

yoğun olarak görüldüğü grup tahıllardır. Yatma bitkinin büyüme ve gelişmesini değiştirmektedir. Bitkinin çiçeklenmesini etkilemekte, fotosentez kabiliyetini düşürmekte, bu sebeple karbonhidrat asimilasyonu etkilenmektedir. Şiddetli yatma besin

\*E-posta: [nakgun@selcuk.edu.tr](mailto:nakgun@selcuk.edu.tr)

Kabul tarihi: 04.05.2007

maddelerinin ve suyun topraktan alınma ve taşınmasını, böylece gelişen danede besin birikimini engellemektedir. Yatma her halükarda verim kaybına yol açmaktadır. Başaklanmaya yakın bir dönemde şiddetli yatma meydana geldiğinde verim kaybı %27-40 civarında olurken, sarı olum döneminde bu kayıp %20 civarındadır. Yatmaya bağlı olarak görülen tamamlanmamış olgunlaşma sonucu daneler küçük kalmakta, karbonhidrat içeriği ve hektolitre ağırlığı düşük olmaktadır (Anonymous 2006/c)

Tahıllarda yatma, genelde hasattan 2-3 ay öncesinde başlayan ve başaklanma ile devam eden bir olay olup, bitkide kök yatması veya sap bükülmesi ya da kırılması sonucu ortaya çıkar (Tams ve ark. 2004).

Kök yatması, kök sisteminin zorlanması (rüzgâr ve yağış) nedeniyle dik ve sağlam sapların taç bölgesinden eğilmesidir ve bitki bükülme gücünün  $[B \text{ (bitki)}]$  tutunma direncinden ( $B_R$ ) daha büyük  $[B \text{ (bitki)} > B_R]$  olduğu durumda meydana gelir. Bu durum aşağıdaki şekilde denklem 1 ve denklem 2'de formüle edilmiştir (Berry ve ark. 2003).

$$B \text{ (bitki)} = B \text{ (sap)} \times (N) = [1 + (g/(2\pi n)^2 \times X) (1 + e^{2\pi c} \sin(\pi n t) / \pi n t)] \times (1/2 p A C_d V_g^2 X) \quad (1)$$

$$B_R = [kd^3] \times [\tau_0 - i / ml (\tau_0 - \tau_w)] \quad (2)$$

**Bitki parametreleri** olarak N-bitkide sap sayısı, g- yer çekimi (9.81 m/s) n-materyal frekansı (Hz), X- ağırlık merkezi yüksekliği (m), A-başak alanı ( $m^2$ ), c- ıslanma (nem) oranı, d-kök yayılım çapı (m), l-yapısal kök derinliği (m); **çevre parametreleri** olarak da  $C_d$ -hava direnci katsayısı (0.3),  $V_g$ -rüzgâr hızı (m/s), p-hava yoğunluğu ( $1.2 \text{ kg/m}^3$ ) t-rüzgârın bitkiyi yatırma süresi (s), i-günlük yağış (mm),  $\tau_0$ -kuru toprak direnci (Pa),  $\tau_w$ -yağ toprak direnci ve m-toprak porozitesi yer almaktadır.

Bu tür yatma; bitkinin erken (GS 10-10.5.4, Large 1954) gelişme dönemlerinde, zayıf toprak veya az gelişmiş taç kökleri nedeniyle tutunma direncinin azaldığı zaman cereyan eder.

Sap yatması ise, köklerin sert veya kuru toprağa sıkıca tutundukları halde sapın dip boğum aralarının bükülmesi ya da kırılmasıdır ve sapın bükülme gücünün  $[B \text{ (sap)}]$  sap direncinden ( $B_s$ ) daha büyük  $[B \text{ (sap)} > B_s]$  olduğu zaman meydana gelir. Bu yatma şekli de aşağıdaki şekilde denklem 3 ve denklem 4'de formüle edilmiştir (Berry ve ark. 2003).

$$B \text{ (sap)} = [1 + (g/(2\pi n)^2 \times X) (1 + e^{2\pi c} \sin(\pi n t) / \pi n t)] \times (1/2 p A C_d V_g^2 X) \quad (3)$$

$$B_s = [\sigma \pi r^3 / 4 (1 - (a - \omega / a)^4)] \quad (4)$$

Burada da **bitki parametreleri** olarak a-sap çapı (m),  $\omega$ -sap duvar kalınlığı (m) ve  $\sigma$ -materyal direnci (m/s), n-materyal frekansı (Hz), X-ağırlık merkezi yüksekliği (m), A-başak alanı ( $m^2$ ), c-ıslanma(nem) oranı ve **çevre parametreleri** olarak:  $C_d$ -hava direnci katsayısı (0.3)  $V_g$ -rüzgâr hızı (m/s), p-hava yoğunluğu

( $\text{kg/m}^3$ ) t-rüzgârın bitkiyi yatırma süresi (s) yer almaktadır.

Bu tür yatma, bitkinin daha geç (GS 11.1-11.4) gelişme dönemlerinde sapların gevrek ve kırılğan olmaları nedeniyle meydana gelmektedir

Buğday, arpa ve yulafta sap yatması, en alttaki iki boğum arasından birisinin bükülmesiyle meydana gelir ve sapın üst kısımlarının yatay olarak eğilmesiyle sonuçlanır. Sapın orta kısmındaki boğum aralarının bükülmesine daha çok arpa ve yulafta rastlanır. Bu bitkilerde görülen kök yatması, her hangi bir bükülme olmadan sapların kök tacından eğilmesiyle sonuçlanır. Sonuçta, bitkiler dik pozisyondan 90 dereceye kadar değişik açılarla eğilir veya yatay duruma gelir (Tams ve ark. 2004).

### Tahıllarda yatmanın sebepleri

#### Çevre faktörleri

Yatma; Denklem 1 ve Çizelge 1'den de görüldüğü gibi rüzgâr, yağış, toprak, ışık ve sıcaklık gibi çevre şartlarından etkilenen genotipik bir özelliktir. Faktörlerin başında da yağış ve rüzgâr gelmektedir. Yağış, toprak direncini azaltarak bitkinin yatma riskini ve taşıyabileceği yükü artırırken, rüzgâr da bitki sapının genellikle eğilmesiyle sonuçlanan kök yatmasını meydana getiren bir bükülme momentine sebep olur (Denklem 2).

Çizelge 1. Çevre Faktörleri ve Yatma

Faktör	Bitkiye Etkisi				
	Boğum arası uzunluğu	Sap Uzunluğu	Hücre duvarı kalınlığı	Kök büyüme ve gelişmesi	Yatma
Düşük ışık yoğunluğu (Kapalı hava, yabancı ot rekabeti)	Artar	Artar	Azalı	Azalı	Artar
Yüksek nem (hastalık artışı)	Artar	-	-	Azalı (tutunma zayıflar)	Artar
Yüksek sıcaklık	Artar	-	-	-	Artar
Doymuş toprak	Artar	-	-	Azalı	Artar
Aşırı kuru toprak	-	-	-	Azalı	Artar

Kaynak: Anonymous(2006/a)

Yağışın olmadığı zaman ise rüzgar, bitkinin üst kısımlarına baskı uygulayarak sapın dip boğum aralarının bükülmesi ya da kırılmasına (sap yatmasına) sebep olur (Denklem 3 ve 4).

Muhtemel yatma şekli, yatma zamanına ve bitkinin gelişmesi esnasında çevre şartlarına bağlıdır. Örneğin ıslak ve hafif bünyeli toprakta sap yatmasından ziyade kök yatması riski fazladır. Toprakta yüksek azot seviyeleri durumunda ise kök yatmasından ziyade sap yatması riski fazladır (Berry ve ark. 2003).

Bitkinin yatmasında önemli faktörlerden birisi de ışıktır. Kapalı hava, yabancı ot rekabeti, aşırı bitki sıklığı vb. nedenlerden dolayı optimum yoğunluktan daha az ışık alan bitkilerin özellikle alt boğum aralarında morfolojik ve fizyolojik değişiklikler meydana gelir. Böyle bitkilerin boğum araları uzamakta, sapı ince ve zayıf olarak gelişmekte ve kuru madde oranında düşüş görülmektedir. Yaprak ayası genişlerken kökler zayıflamakta ve kök/gövde oranı azalmaktadır (Acar 1994).

Sıcaklık yatmayı etkileyen diğer çevre faktörlerinden biridir. Hücre bölünmeleri ve kök gelişmeleriyle doğrudan ilişkilidir. Belli bir optimum noktaya kadar sıcaklık artışına karşı bitkinin topraktan su ve bitki besin elementlerinin alımı da artmaktadır (Andiç 1984). Bunun neticesinde, özellikle sapın ve boğum aralarının büyüme oranı da artmakta, dolayısıyla yatma riski de artmaktadır.

#### Genotipik faktörler

Bitkinin yatmasına, genetik olarak, bitkinin kök sistemi, bitki boyu, sapın sağlamlığı ve elastikliği sebep olabilir (Denklem 4). Bitkinin sapı, yatmanın ya da bükülmenin vasıtasıdır ve başaklanmada dipteki 3. ve 4. boğum aralarının uzunluğu büyük önem taşır. Dipteki boğum aralarının içi genelde boştur ve sağlamlığı çaplarına ve hücre duvarı kalınlığına bağlıdır. Boğum araları uzamasının sebebi hücre bölünmesi değil, hücrenin uzamasıdır. Böylece, hücreler uzadıkça sapın çapı ve hücre duvar kalınlığı azalır.

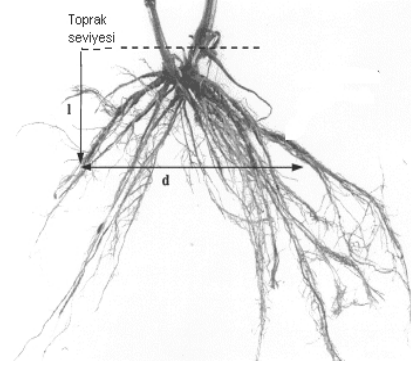
Üst boğum aralarında, yaprak ve başakların ağırlığı bitkinin yatmaya dayanıklılığına etki eder. Sapın üst kısımları ne kadar ağır ve ağırlık merkezi yüksekte ise, alt boğum aralarında ve köklere baskı o kadar fazladır. En alt boğum aralarının çapı, duvar kalınlığı ve kırılma direnci, sap/kök oranı, kök tabanının yayılımı ve derinliği, ağırlık merkezinin yüksekliği, bitki doğal frekansı, başak alanı ve ağırlığı ve bitkide sap (kardeş) sayısı yatmanın en önemli göstergeleridir (Denklem 1, 2, 3 ve 4).

Sapın uzunluğu, özellikle son boğum arasının uzunluğu, bitkinin yatmaya dayanıklılığında önem taşır. Sapın uzamasına etkili faktörler arasında çeşidin genetik potansiyeli, yüksek gübre seviyeleri (özellikle azot), düşük ışık radyasyonu, özellikle dip boğum aralarının çapı ve sap duvar kalınlığı yer alır.

Bitkinin gelişen yapraklarının duruşu da önemli bir özelliktir. Yaprakları sarkık gelişen bitkilerde (yaprakları dik gelişen bitkilere nispetle) alt yaprak ve boğum aralarına daha az güneş ışığı inmekte ve bu

da fotosentez ürünlerinin ve kuru maddenin azalmasına, gölgelenmenin artmasına neden olmaktadır.

Toprağın üst katmanında bitkinin kuvvetli kök sistemine sahip olması da büyük önem taşır. Olta (zoka) şeklindeki taç kökleri, toprağın alt tabakalarına inen köklerden daha etkilidir. Taç köklerinin hem sayısı hem de gelişme açıları kök kitlesinden daha önemlidir (Resim 1).



Resim 1. Bir buğday bitkisinin GS 11 gelişme döneminde kök taçı sistemi (d-kök yayılım çapı, I-yapısal köklenme derinliği) (Berry ve ark. 2000).

#### Agronomik faktörler

Yatma, daha ziyade tahılların yetiştirildiği sulu ve verimli alanlarda görülmektedir. Karşılıklı gölgelendirmenin arttığı sık ekimlerde bitkiler daha çok uzar. Uzama sonucu incelen ve hafifleyen sapların yatmaya karşı hassasiyeti artar. Saptaki C/N oranını azaltan her faktör sapın yatmaya mukavemetini azaltmaktadır. Erken gelişme döneminde azotlu gübrelerin aşırı kullanımı; aşırı büyüme, kardeşlenme ve dip boğum aralarının uzamasına ve pas hastalıklarına yol açıp gövdenin yatmaya karşı mukavemetini azaltır (Anonymous 2006/a)

Yapılan araştırmalarda; normal azot seviyelerinde (120 kg/ha) yetişen buğday çeşitlerinin yüksek azot uygulamalarında (180 kg/ha ve daha fazla) yatmaya meyilli oldukları gözlenmiştir. Aşırı azot vegetatif büyümeyi ve kardeşlenmeyi teşvik eder ve bitkinin alt kısımlarına ışığın ulaşmasını engeller. Bütün bunların sonucunda; yatmaya elverişli olan uzun boylu, zayıf ve sulu saplar meydana gelir (Pinthus 1973).

Yapılan bir araştırmada; buğdayda aşırı azot dozlarının dip boğum aralarının %25'e kadar uzamalarına, sap çapı, kalınlığı ve kuru ağırlığının azalmasına neden olarak yatmayı kolaylaştırdığı tespit edilmiştir. Buğdayın sap ve kök direnci, 160 kg N/ha uygulamasına nazaran 240 kg N/ha uygulamasında sırasıyla %20 ve %17 azalmıştır (Crook and Ennos 1995). Başka bir araştırmada, 200

kg N/ha uygulamasının, ikinci boğum arasının kırılma direncini azalttığı görülmüştür (Garg ve ark. 1973).

Azot, bitkinin kuru ağırlığı oluşumunda da önemli yer almaktadır. Yatma olaylarının %65'i, çiçeklenme döneminde bitki kuru ağırlığının 600–1500 g/m<sup>2</sup> arasında olduğu dönemde meydana gelmiş ve şiddetli yatmalar 900 g/m<sup>2</sup>'nin üzerinde olduğu dönemde görülmüştür (Stapper and Fischer 1990).

Mısır ekolojik şartlarında yapılan bir çalışmada yatma oranı, 125 kg N/ha uygulamasında %3, 275 kg N/ha uygulamasında ise %33 olarak tespit edilmiştir.

Meksika ve Hindistan'da, yüksek azot seviyeleriyle birlikte sulamanın yapıldığı alanlarda yatmanın derecesi ve zamanına bağlı verim kayıpları sırasıyla %7–35 ve %12–66 arasında olmuştur (Tripathi ve ark. 2003).

Çizelge2. Beslenme ve Yatma

Faktör	Bitkiye Etkisi					Yatma
	Boğum arası uzunluğu	Sap uzunluğu	Hücre duvarı kalınlığı	Kök büyüme ve gelişmesi	Yatma	
Yüksek N (bitki gölgelenmesi)	Artar (dip boğum araları)	-	-	-	Azalır (taç kökler)	Artar
Yüksek P (N alımını artırır)	-	-	-	-	-	Artar
Yüksek K (düşük K kırılğan sapları artırır)	Azalır	-	Artar	-	-	Azalır
Bakır noksanlığı	-	-	-	-	-	Artar

Kaynak : Anonymous (2006/a)

Potasyum noksanlığında yetişen bitkilerin sapları daha gevrek ve kırılğandır. Yapılan araştırmalarda; potasyum noksanlığı gösteren yüksek azot muhtevasına sahip bitkilerin, yüzeysel ve zayıf kök sistemi sonucu, gövdelerinin kırıldığı belirtilmektedir. Potasyum noksanlığında bitkiler kısa ve ince bir yapı kazanmaktadır (Cook and Veseth 1991).

Aşırı bitki sıklığı ve yüksek tohum miktarının sebep olduğu gölgelenme ve aşırı nem, bulutlu ve rutubetli havalarda bitkileri yatmaya teşvik eder. Derin ekim sonucu artan epicotyl uzaması, bitki çıkışını ve taç kök gelişmesini geciktirir. Aşırı yüzlek ekimde ise köklerin toprağa tutunması azalır (Anonymous 2006/a)

Çürümüş sap ve kökler veya böcek zararına uğramaları bitkilerin yatmasına sebep olabilir. Hububat kök ve sap hastalıkları, özellikle hububat tarımının ağırlık kazandığı bölgelerde çok büyük bir ekonomik önem taşımaktadır. Bazı yerlerde yalnızca kök ve sap hastalıkları nedeniyle, buğday veriminin %70 oranında ve daha fazla düştüğü bilinmektedir (Sade 2006).

Yabancı otlar, kültür bitkilerinden daha fazla ve hızlı çıkış yapıp geliştikleri için kültür bitkisinden önce tarlayı kaplamakta ve ışıktan faydalanma yönüyle rekabet üstünlüğü kazanarak, kültür bitkisinin büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedirler. Aşırı otlama, kültür bitkisinin ışıklanma ihtiyacını olumsuz yönde etkileyip bitkinin yatma olasılığını arttıran dip boğum aralarının ve sapın uzamasına ve kök büyüme ve gelişmesinin azalmasına sebep olmaktadır (Çizelge 2). Yabancı otlar sahip oldukları kuvvetli kök sistemi ile kültür bitkilerinden daha fazla besin maddesini topraktan çekebilmektedirler. Örneğin yabancı turp (*Raphanus raphanistrum*) tohum olgunlaşmasına kadar yulaf bitkisine göre 4 kat daha fazla K, 2 kat daha fazla N ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'i topraktan almaktadır (Sade 2006).

Çizelge3. Agronomik Faktörler ve Yatma

Faktör	Bitkiye Etkisi					Yatma
	Boğum arası uzunluğu	Sap uzunluğu	Hücre duvarı kalınlığı	Kök büyüme ve gelişmesi	Yatma	
Bitki seleksiyonu	-	-	-	-	-	Azalır
Yabancı otlar (dip boğum aralarının gölgelenmesi)	Artar	-	-	-	-	Artar
Geç ekim (artan sıcaklıklar)	Artar	-	-	-	-	Artar
Derin ekim (geç çıkış, artan sıcaklıklar)	-	-	-	-	Azalır	Artar
Yüksek tohum miktarı (artan gölgelenme)	Artar	-	-	-	-	Artar
Hastalık kontrollü (münavebe, fungusitler)	-	-	-	-	-	Azalır

Kaynak : Anonymous (2006/a)

## Yatmanın etkileri

### Olgunlaşmadan önce (GS 10–10.5.4)

Yatma sonucu gölgelenmiş bitkide fotosentezin ve karbonhidrat birikiminin engellenmesi ve dane dolununun yetersiz olması nedeniyle verim düşer. Yatma sonucunda bitkilerde görülen yavaş ve düzensiz olgunlaşmaya bağlı olarak buğdayda ve arpada %8 ve yulafda da %15'e varan bin dane ağırlığı kaybı olabilmektedir. Bunun yanında fotosentez ve karbonhidrat birikiminin aksamasına bağlı olarak arpada %3–20 arasında protein artışı olabilir, bu da maltlık arpada istenmeyen bir durumdur. Yatmış bitkilerde pas ve diğer hastalıklara yakalanma riski artar. Sapın kırılması ise karbonhidrat ve minerallerin başağa hareketinin kesilmesine sebep olur. En fazla verim kayıpları, çiçeklenmeyi takip eden 2 haftanın içinde meydana gelen yatmalarda olur. Verim kaybı başaklanmada %27–40 arasında olabilirken, sarı olum döneminde %20'dir. Yatmanın verim öğelerine etkisi, yatma zamanına göre farklı olur. Başaklanma döneminde meydana gelen yatmada, hem başakta dane sayısı hem de dane ağırlığı azalırken, daha geç dönemlerde sadece dane ağırlığı azalır. Verim kaybı; bitkinin gelişme dönemi, yatmadan sonra hava koşulları ve yatmanın şiddetine göre değişir. Bitki, tam sap uzaması (GS 10.5) öncesi yattığında tekrar dik pozisyona gelebilir. Ancak, çiçeklenmeden sonraki dönemde, bitki tekrar dik pozisyona gelemez (Anonymous 2006/b)

### Olgunlaşmadan sonra (GS 11.1–11.4)

Yatmanın görüldüğü alanlarda makineli hasatta %25'e varan kapasite düşüklüğü ve hasat zamanının uzamasına bağlı olarak yüksek oranda dane kayıpları görülür. Daha geç dönemlerde sapın kırılması durumunda, başağın dane dökmesi ve yere yapışması sonucu %80'e kadar varabilen şiddetli hasat kayıplarına, danenin daha nemli olması nedeniyle ise %30'a kadar varan fazla kurutma masrafına sebep olur (Berry ve ark. 2004).

## Yatmaya mukavemet yolları

### Tohum yatağı hazırlığı

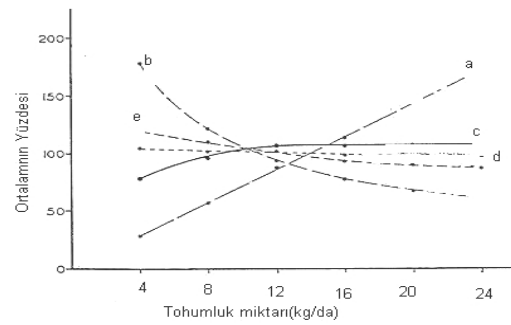
Ekim öncesi iyi bir tohum yatağı hazırlığı ve usulüne uygun bir ekimle %50'ye varan verim artışı sağlanabilir. Tohum sıkı ve pekişmiş bir tohum yatağına ekilmelidir. Zira gevşek tohum yatağı taç köklerinin gelişmesini engelleyerek bitkinin toprağa tutunma kabiliyetini azaltır. Gevşek tohum yatağı daha çabuk kurur ve toprak suyunun yukarıya, tohuma doğru hareketini geciktirir. Gevşek tohum yatağı iyi tohum/toprak temasını sağlayamaz ve böylece iyi ve hızlı bir çimlenme gerçekleşemez.

## Tohum seçimi ve muamelesi

Tohumda azami çimlenme gücü elde etmek sertifikalı tohumluğun kullanılmasıyla mümkündür.

## Tohum miktarı, ekim zamanı ve ekim yöntemi

Düşük tohum miktarı, bitki sıklığının azalmasına sebep olup bitkilerin gölgelenmesini ve sapların dip boğum aralarının uzamasını engeller ve taç köklerin daha iyi gelişmesini sağlar (Şekil 1, Çizelge 4). Yapılan bir araştırmada, 400 bitki/m<sup>2</sup>'ye kıyasla 200 bitki/m<sup>2</sup>'de tutunma direncinin %50 ve sap direncinin %15 artmasıyla yatma riskinin azaldığı tespit edilmiştir (Berry ve ark. 2000).



Şekil 1. Tohumluk miktarının verim ve verim komponentleri üzerine etkisi (a-birim alanda bitki sayısı, b-bitkide başak sayısı, c-birim alanda verim, d-bin dane ağırlığı, e-başakta dane sayısı) (Anonymous 2006/c).

Yapılan başka bir araştırmada; üç farklı toprakta (killi, siltli-tınlı ve kumlu-tınlı) kışlık buğday ve arpanın iki farklı (100 ve 400 tohum/m<sup>2</sup>) ekim sıklığının kök yayılım çapı ve taç köklerinin sayısına etkisi incelenmiş olup, 100 tohum/m<sup>2</sup>'de buğday ve arpa için ortalamadan sırasıyla kök yayılım çapında %16.7 ve 20.6, taç kök sayısında ise %33.7 ve 27.1 artış tespit edilmiştir (Tams ve ark. 2004).

Daha geniş sıra araları ışık yoğunluğunun artmasına sebep olup daha aşağıdaki boğum aralarının uzamasını azaltır ve çaplarını ve kalınlıklarını artırır. Yüzlek ekim (2.5–5.0 cm) epicotyl uzamasına engel olup zamanında bitki çıkışını ve taç köklerin gelişmesini sağlar.

Erken ekim (yazlık ekimler için); daha serin havalarda gelişme sağlayarak boğum arası uzamasını azaltır ve daha erken çiçeklenme ve daha yüksek verimlere neden olur (Anonymous 2006/b).

## Gübre uygulaması ve sulama

Sulanan alanlarda veya fazla yağış alan yörelerde azotun bölünerek verilmesi en uygun yöntemdir. Daha geç gelişme döneminde (sapa kalkma döneminden sonra) azot uygulamaları aşırı büyüme, kardeşlenme

ve dip boğum aralarının uzaması ve pas hastalıklarına yakalanmaya engel olduğu için gövdenin yatmaya karşı mukavemetini artırır (Çizelge 2). Azotun tamamının ekimden önce veya ekim esnasında verilmesi yıkanma ve denitrifikasyon ile kaybına neden olacağı gibi, bitkinin yatma riski de

artmaktadır (Herdem ve ark. 2002). Buğdayda sarı olum dönemine yakın döneme de yapılacak geç sulama bitki için faydalı olabilir ancak yüksek oranda da yatmaya neden olur (Al-Kaisi ve Shanahan 2006).

Çizelge4. Farklı bitki sıklıkları ve toprak tiplerinde kök taban yayılımı ve köklerin sayısı (Tams ve ark. 2004).

Bitki sıklığı	Kök taban yayılımı (mm)				Bitkide taç kök sayısı			
	Kil	Siltli tın	Kumlu tın	Ort.	Kil	Siltli tın	Kumlu tın	Ort.
<b>Buğday</b>								
100 tohum/m <sup>2</sup>	59.30	48.50	47.70	51.80	48.40	32.90	24.70	35.30
400 tohum/m <sup>2</sup>	37.20	37.90	35.70	36.90	21.00	18.40	13.00	17.50
<b>Ort.</b>	<b>48.30</b>	<b>43.20</b>	<b>41.70</b>	<b>44.40</b>	<b>34.70</b>	<b>25.70</b>	<b>18.90</b>	<b>26.40</b>
<b>Arpa</b>								
100 tohum/m <sup>2</sup>	48.70	28.00	39.00	38.60	35.20	24.30	26.40	28.60
400 tohum/m <sup>2</sup>	25.80	21.80	28.70	25.40	17.80	16.50	14.90	16.40
<b>Ort.</b>	<b>37.30</b>	<b>24.90</b>	<b>33.90</b>	<b>32.00</b>	<b>26.50</b>	<b>20.40</b>	<b>20.70</b>	<b>22.50</b>
<b>Toprak LSD</b>	<b>2.78</b>				<b>2.45</b>			
<b>Tür LSD</b>	<b>2.27</b>				<b>2.00</b>			
<b>Sıklık LSD</b>	<b>2.27</b>				<b>2.00</b>			

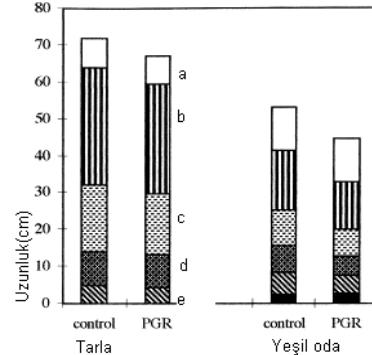
Kil ( %34.7 kil, %34.8 silt, % 30.4 kum, %1.6 organik madde); Siltli Tın (%25.0 kil, %65.0 silt, %10.0 kum, %5 organik madde); Kumlu Tın (%16.0 kil, %18.0 silt, %66.0 kum, %1.2 organik madde).

### Bitki büyüme düzenleyicileri

Bitki büyüme düzenleyicileri, tahıllarda bitki boyunun ve muhtemel yatma riskinin azaltılmasında kullanılmaktadır. Dünyada bitki büyüme ve gelişme düzenleyicilerinin kullanımı 1960'larda chlormequat chloride (Cycocel, CCC), 1980'lerin sonunda ethephon ve 1990'ların ortasında trinexapac etil uygulamalarıyla başlamış olup Avrupa'da buğday tarlalarının %70'inde uygulanmaktadır. Ethephon (Cerone) bitkinin üst boğum aralarının kısılmasına, Cycocel ise dip boğum aralarının kısılmasına ve kalınlaşmasına etkilidir (Berry ve ark. 2004). Yazlık buğday üzerine yapılan bir araştırmada GS 9-10 döneminde ethephon (280 g/ha) uygulaması sonucu son, orta ve bazı alt boğum aralarının önemli derecede kısıldıkları tespit edilmiştir (Berry ve ark. 2004). Başka bir araştırmada da, ethephon'un GS 10 döneminde 560 g/ha ve 840 g /ha dozlarıyla benzer bulgular elde edilmiştir (Tripathi ve ark. 2003).

Kışlık arpa üzerine yapılan başka bir araştırmada, ana sapın morfolojik ve anatomik özelliklerinde meydana gelecek değişikliklerin incelenmesi amacıyla, bitkinin geç gelişme döneminde Chlormequat chloride, ethephon ve imazaquin kombinasyonu uygulanmıştır. Tarla ve sera şartlarında, bitkinin GS 7 gelişme döneminde yapraktan uygulamalar yapılmıştır. Çiçeklenme döneminde yapılan bitki boyu ölçümlerinde, yapılan uygulamaların üst boğum aralarını önemli derecede kısılttığı (%7 tarlada ve %16 sera) toplam ağırlıklarının değiştiği, ancak birim uzunluk başına kuru ağırlığı arttırdığı belirlenmiştir. (Şekil 2). Boğum aralarının kısılması ve daha yoğun doku oluşması

bitki sap dayanıklılığını teşvik etmiş uygulamalar bitki dane verimini etkilememiştir (Sanvicente ve ark. 1999).



Şekil 2. PGR (bitki gelişme düzenleyicisi) uygulamasında bitki boyu ve boğum arası uzunlukları (a-başak, b-birinci boğum arası, c-ikinci boğum arası, d-üçüncü boğum arası, e-dördüncü boğum arası) (Sanvicente ve ark. 1999).

### Toprak özellikleri

Yatmada önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilen toprak faktörü, bitkinin tutunma direnciyle doğrudan bağlantılıdır. Yapılan bir araştırmada, toprak kil ve nem oranı ve yoğunluğundaki değişikliğin, toprak tutunma direncini birkaç kat değiştirebildiği tespit edilmiştir (Baker ve ark. 1998).

Yapılan başka bir araştırmada; üç farklı toprakta (Killi, Siltli-Tınlı ve Kumlu-Tınlı) kışlık buğday ve arpanın iki farklı (100 ve 400 tohum/m<sup>2</sup>) ekim sıklığının kök yayılımı ve taç köklerinin sayısına etkisi incelenerek killi toprakta buğday ve arpa için

kök yayılım çapında ortalamadan sırasıyla %8.8 ve 16.6, taç kök sayısında ise %31.4 ve 17.8 artış tespit edilmiştir (Tams ve ark.2004).

### Bitki beslenmesi

Toprağın yapısı, nem faktörü ve uygulama yöntemlerini göz önüne alarak dengeli ve bölerek bir gübre kullanımı ile yatma riski azaltılabilir. Ülkemiz şartlarında uygulama zamanı olarak fosfor ve potasyumun ekimle birlikte, azotun ise yarısının ekimde, diğer yarısının da kardeşlenme döneminde uygulanması tavsiye edilir.

Sulanan alanlarda azot gübresinin üç dönemde (1/3'ü ekimde, 1/3'ü sapa kalkma, 1/3'ü de başaklanma dönemi öncesinde) verilmesi en uygundur. İlk gelişme dönemlerinde uygulanan azotlu gübreler kök büyümesi için daha fazla asimilat sağladıklarından daha derin ve güçlü kök sistemi oluşmasını sağlamaktadır. Vejetasyon süresince aşırı miktarda azot uygulaması ise, auxin seviyelerini artırarak kök büyümesini engellemektedir.

Fosfor bitkide çiçeklenme ve olgunlaşmayı hızlandırdığı gibi kök sistemini de geliştirmekte, kök tüyü oluşumunu artırarak kök gelişmesine doğrudan etkide bulunmaktadır. Tahılların fosfordan en iyi şekilde faydalanması, ortamda amonyum ( $NH_4^+$ ) halinde bulunacak azota da bağlıdır. Azotlu ve fosforlu gübrelerin toprak suyunda yoğunlukları arttığı zaman, kök büyüme ve gelişmesi önemli derecede azalmaktadır.

Ülkemiz topraklarında genellikle yeterli potasyum bulunduğundan gübreleme yapılmamaktadır. Potasyum noksanlığı görülen yağışlı bölgelerde ise 1-2 kg/da  $K_2O$  verilmelidir (Herdem ve ark. 2002).

### Bitki Islahı

Bitkinin yatmasında kuvvetli bir kök sisteminin önemi ortaya çıkmaktadır. Yatmayı önlemek için daha büyük ve güçlü kök sistemine sahip çeşitler ıslah edilmelidir. Yüksek nem ve azot şartları altında ıslah edilmiş kısa ve orta boylu ve sapları kalın çeşitlerin yatmaya meyilleri en azdır.

Birçok araştırmacı, yatmaya mukavemette çeşit farklılığını öne sürüp yatma derecelerinin çeşit, ekim tarihi ve ekim sıklığına bağlı olduğunu rapor ederler. Örneğin, yaprakları dik yetişen bitkilerde güneş ışığı alt yaprak ve boğum aralarına kadar inmekte ve fotosentez ürünlerinin ve kuru maddenin daha çok artmasına, gölgelenme ve nemin azalmasına neden olmaktadır (Acar 1994). Daha kısa boylu bitkilerin uzun boylulara nazaran yatmaya daha dayanıklı oldukları yaygın bir görüştür. Ancak yüksek verimli ve daha uzun boylu bazı çeşitlerin yatmaya dayanıklı oldukları bir gerçektir (Tripathi ve ark. 2003).

Kısa boylu çeşitler genellikle erkenci olur ve erkenci çeşitlerin de yatmanın problem olduğu ortamlarda (uygun yetiştirme şartlarında) verimleri düşük olur. Ancak, yapılan ıslah çalışmaları ile bu iki özellik arasındaki korelasyon kırılmış, hem kısa (veya orta) boylu ve hem de verimli buğday çeşitleri

(Bezostaja-1 ve Çakmak-79) elde edilmiştir (Sade 1999).

### KAYNAKLAR

- Acar R (1994) Yem Bitkilerinde Kalite ve Kaliteye Tesir Eden Faktörler. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Al-Kaisi MM, Shanahan JF (2006) Irrigation of Winter Wheat Colorado State University Soil and Science 6/99
- Andiç C (1984) Tarımsal Ekoloji Ders Kitabı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Anonymous(2006/a) www.adas.co.uk./
- Anonymous (2006/b) www.agric.gov.ab.ca./
- Anonymous(2006/c) www.gov.mb.ca/
- Baker CJ, Berry PM, Spink JH, Sylvester-Bradley R, Skott RK, Clare FW, Griffin JM (1998) A method for the assessment of the risk of wheat lodging. Journal of Theoretical Biology 194, 587-603.
- Berry PM, Griffin JM, Sylvester-Bradley R, Skott RK, Spink JH, Baker CJ, Clare FW (2000) Controlling plant form husbandry to minimise lodging in wheat. Field Crop Research 67,59-81.
- Berry PM, Sterling M, Baker CJ, Spink JH, Sparkes DL (2003) A calibrated model of wheat lodging compared with field measurements. Agriculture and Forest Meteorology 119,167-180.
- Berry PM, Sterling M, Spink JH, Baker CJ, Sylvester-Bradley R, Mooney SJ, Tams AR, Ennos AR (2004) Understanding and reducing lodging in cereals. Advances in Agronomy 84, 217-371.
- Cook RJ and Veseth RJ (1991) Wheat Health Management. APS Press, St. Paul, MN.
- Crook MJ and Ennos AR (1995) The effect of nitrogen and growth regulators on stem and root characteristics associated with lodging in two cultivars of winter wheat. J.Exp. Bot. 46 (1995): 931-938.
- Garg OK, Singh RH, Tiwari B, 1973. Physiological significance of nitrogen nutrition in relation to lodging in wheat. Field Crop Abst. 26
- Herdem Z, Doğan M, Yeşilyurt N, Akçi M, Çelenk H, Keskin S, Pasin V, Duman H, Egemen M, Doğan O, Tutar S, Kuzuoğlu E, Odabaşı A, Koç M (2002) Buğday ve Arpa Tarımı. TİGEM, Ankara.
- Large EC (1954) Growth stages in cereals. Plant Pathology 3:128-129.
- Pinthus MJ (1973) Lodging in wheat, barley and oats: the phenomenon, its causes and preventive measures. Adv. Agron. 25: 209-263.
- Sade B (1999) Tahıl Islahı. Selçuk Üniversitesi Yayınları No:135. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 31. Konya.
- Sade B (2006) Tarla Bitkilerinde Münavebe Ders Notları (basılmamış). Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Konya.
- Sanvicente P, Lazarevitch S., Blouet .A and Guckert A (1999) Morphological and anatomical modifications in winter barley culm after late plant growth regulator treatment. European Journal of Agriculture 11,1: 45-51.
- Stapper M and Fischer RA (1990) Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. II Growth, yield and nitrogen use. Aust. J. Agric. Res., 41 1021-1041.
- Tams AR, Money SJ, Berry PM (2004) The effect of lodging in cereals on morphological properties of the root-soil complex. Super Soil 2004.
- Tripathi SC, Sayre KD, Kaul JN, Narang RS (2003) Growth and morphology of spring wheat culms and their association with lodging: effects of genotypes, N levels and ethephon. Field Crops Res. 84, 271-290.