

## Buğdaya Çavdar Kromozom Parçacıklarının Aktarılması (Translokasyonları)

Zafer Şaban TUNCA<sup>1</sup> Ali TOPAL<sup>2</sup> Yaşar KARADUMAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, TÜRKİYE  
<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, TÜRKİYE  
zafersaban.tunca@tarim.gov.tr

### Öz

Bütün ıslah çalışmalarında, genetik kaynaklar istenilen özellikleri yeni nesillere aktarabilmek için büyük öneme sahiptir. Buğday ıslahında, hastalıklara ve zararlılara dayanıklılık, soğuğa ve kuraklığa tolerans sağlayan, bitkinin toprak üstü ve toprak altı biyokütlesini arttıran genler çavdarda bulunmaktadır. Bu özelliklerin ıslah materyaline kazandırılabilmesi için çavdar ve tritikaleden gen almış buğday gen kaynakları kullanılmıştır. Bu şekilde oluşturulan ve farklı iki kromozom parçasının karşılıklı olarak yer değiştirmesi anlamına gelen translokasyonlar sonucunda elde edilen genotiplerde tane verimi artışı gözlenmiştir. Ayrıca farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda, bu yöntemlerle biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı tolerans gösteren buğday genotipleri geliştirilmiştir. Ülkemiz, buğday ve çavdarın gen merkezi içerisinde bulunmasına karşın, çavdardan gelen genlerin aktarımına gereken önemin verilmediği anlaşılmaktadır. Mevcut araştırmalar doğrultusunda ülkemizdeki buğday ıslah programlarında bu konuya gereken önemin verilmesi amacıyla bu güne dek dünya genelinde kromozom parçacıklarının aktarılması konusunda yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, çavdar, kromozom parçacığı aktarılması, buğday ıslahı.

## Transfer of Rye Chromosome Particles to Wheat (Translocations)

### Abstract

In breeding studies, the genetic resources that contain these traits are of great importance in order to transfer the desired characteristics to the new generation. There are genes that increase soil and subsoil biomass that provide tolerance to diseases and pests, tolerance to cold and drought also in rye for wheat breeding. Wheat gene sources derived from rye and triticale used in order to transfer these traits into breeding material. As a result of the translocations which are formed in this way and which mean the reciprocal displacement of two different chromosomal fragments, grain yield increase was observed in the obtained genotypes. In addition, in studies conducted in different countries, wheat genotypes with tolerance to biotic and abiotic stress conditions have been developed by these methods. Although, Turkey is gene center for wheat and rye, it is understood that, the required importance is not given to gene transfer from rye. In the direction of the current researches, studies on transferring chromosome particles around the world have been summarized so far in order to give the necessary subject to this issue in the wheat breeding programs in our country.

**Keywords:** Wheat, rye, translocations, wheat breeding.

### 1. Giriş

Buğday (*Triticum* L.) dünyada insan beslenmesinin kalori olarak %20 sini karşılamaktadır. Buğdayın gen merkezi yakın doğu ve Anadolu olup ekmeçlik buğdayın (*T. aestivum* L.)  $2n=6x=42$  kromozomu vardır ve A, B, D, genomları olmak üzere üç genomdan oluşmaktadır. A genomu kaynağının *Triticum urartu Tumanian ex Gandilyan*, D genomu kaynağı da *Aegilops tauschii* Coss'un akrabalarıdır. B genomu kaynağının da kesin olmamakla beraber *Aegilops speltoides Tausch*'un akrabaları olduğuna dair önemli kanıtlar mevcuttur.

Ekmeklik buğday, makarnalık buğday (*Triticum turgidum* L.) (AABB) ve *Aegilops tauschii* (DD) nin akrabalarının melezlenmesinden meydana gelmiştir. Buğday poliploid davranışına rağmen mayoz bölünmede diploid gibi bir davranış gösterir.

Çavdar *Secale cereale*  $2n=2x=14$  kromozomludur ve gen merkezi yakın doğudur. Buğdayın 1, 2, 3, 5 ve 6 kromozom grupları ile çavdarın 1R, 2R, 3R, 5R ve 6R kromozom grupları esasen homologdur. Buğdayın 4 ve 7 numaralı kromozomları da çavdarın 4R ve 7R kromozomları ile kısmi karşılıklı (resiprokal) homolog vardır.

Translokasyon iki kromozom parçasının karşılıklı olarak yer değiştirmesidir. Buğday ve çavdar translokasyonu olarak on altıdan fazla tanımlama yapılmıştır (Jiang ve ark., 1994; Friebe ve ark., 1996). Hexaploid ve tetraploid buğday ıslahında, 1AL.1RS ve 1BL.1RS buğday-çavdar translokasyonları yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Lukaszewski, 1990; Villareal ve ark., 1991).

Tarihsel olarak, genelde dört çavdar kaynağı, buğdaya çavdar kromatinini taşımak için kullanılmıştır. Bu dört çavdar kaynağı ile 1(B)1R, 1BL.1RS ve 1AL.1RS translokasyonları meydana getirilmiştir. Birinci ve en yaygın olarak kullanılan kaynak ise 1R nin kaynağı olan Petkus çavdarıdır. Diğer üç çavdar kaynağı ise Japonya, Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilmiştir (Rabinovich, 1998).

1960 ve 1990'lar arasında 1(B)1R, 1BL.1RS veya 1AL.1RS translokasyonlarını içeren birçok çeşit meydana çıkmıştır. CIMMYT tarafından kullanılan ebeveynlerin %60'ı 1BL.1RS translokasyonunu içermektedir (Rabinovich, 1998).

Macaristandaki buğday çeşitlerinin Giemsa ve SDS-PAGE tekniklerini kullanılarak çavdar translokasyonu barındırıp barındırmadığı araştırılan bir çalışmada, 66 Macar ekmeklik buğday çeşidi içerisinde 35 tanesinin (%53), 1BL.1RS buğday-çavdar translokasyonunu bünyesinde taşıdığı belirlenmiştir (Koszegi ve ark., 2005).

Landjeva ve ark., (2006) Bulgaristan'da DNA markörlerini, depo protein analizleri, ve N-bantlama tekniklerini kullanarak yapmış oldukları çalışmada 31 Bulgar ekmeklik buğday çeşidinden 17 buğday çeşidinin 1RS çavdar kromozomunu bünyesinde taşıdığını bulmuşlardır.

Graybosch (2001) ABD'de buğday ıslah programlarında bulunan çeşitlerin yaklaşık %25'inde 1AL.1RS ve/veya 1BL.1RS çavdar translokasyonlarının olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde, Zhou ve ark., (2007) yapmış oldukları çalışmada, Çin'de yetişen ekmeklik buğday çeşitlerinin %50'sinin 1RS kromozomunu bünyesinde barındırdığını SDS-PAGE yöntemiyle tespit etmişlerdir.

Çavdar translokasyonları, özellikle 1BL.1RS dünya genelinde buğday ıslahı programlarında yaygın olarak kullanılmış ve melezleme ıslahı yöntemiyle birçok ekmeklik ve makarnalık buğday çeşidine aktarılmıştır (Friebe ve ark., 1991; Lukaszewski, 1990). Dünya çapında, şimdiye kadar 1BL.1RS, 1AL.1RS ve 1DL.1RS translokasyonlarını taşıyan yüzlerce buğday çeşidi tescil ettirilmiştir (Friebe ve ark., 1996; Rabinovich, 1998).

Schegel (2014) derlemesinde ticari çeşitlerin yaklaşık %15'inin çavdar kromatinini içerdiğini belirtmiştir. Bu bilgiler buğdayda, çavdar geri melezlemelerinin ülkeler arasında ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

## 2. Çavdar Kromatininin Buğdaya Aktarım Yöntemleri

Hedef kromozomun buğdaya aktarılması için buğday hatları ile çavdar arasında melezler yapılmıştır. Bu melezlerden de bir amphidiploid olan tritikale geliştirilmiştir. Buğday ve yabancı ikame hatları, buğday translokasyonlarının gerçekleşmesi için köprü olarak kullanılmıştır.

Buğday ikame hatlarına, radyoaktif ışınlama ile homolog kromozomdaki silinme de rastgele olan translokasyonları teşvik etmiştir. Bu yöntem yorucu ve işçilik gerektirmesine rağmen, bu yöntemle 1AL.1RS kromozomunu içeren Amigo kışlık buğday çeşidi geliştirilmiştir (Sebesta ve Wood, 1978).

Buğday çavdar translokasyonlarını gerçekleştirmenin bir başka yöntemi de Lapitan ve ark. (2007) tarafından tanımlanmıştır. Bu yöntemde buğday ve çavdar melezlerinin embriyoları orta seviyeye çıkarılmış oksin içeren doku kültüründe kallus oluşturması için yetiştirilmiş, sonra sağlam olan bitkilerin kromozom sayıları kolkisin ile ikiye katlanmıştır. Bu yöntemde bazı yapısal değişiklikler yapılarak 4DL.1RS, 2BS.2RL ve 2BL.3R translokasyonları gerçekleştirilmiştir (Friebe ve ark., 1990).

Çavdar kromatinin buğdaya aktarım yöntemlerinden biri de ph1b buğday mutantlarının kullanılmasıdır (Faris ve ark., 2002). 5B kromozomunun içerisinde bulunan fonksiyonel ph1 alleli, buğday ve yabancı homolog kromozomun eşleşmesini etkisiz hale getirmektedir. Böylece mutant, homolog kromozomların eşleşmesine ve rekombinasyona imkân vermektedir.

Çavdar translokasyonlarının buğdaya aktarımının yeni yöntemlerinden biri de buğday ve çavdar arasında eşleşen homolog kromozomları indirgemektir. Buğday ve çavdar arasında eşleşen kromozomlar kardeşlenme safhasında okadoik aside maruz bırakılır. Bu durum kromatinin erken safhada indirgenmesini sağlar ve ph1 mutantlarının fenotipi ile ilgilidir. Okadoik asidin uygun konsantrasyonda uygulandığında, homolog kromozomlar ph1 allelinin varlığında bile eşleşir (Knight ve ark., 2010). Ayrıca Kr alleli içeren birçok Çin buğday çeşitleri çavdarla kolayca melezlenebilmektedir ve bu yöntemle de yeni 1BL.RS translokasyonları geliştirilmiştir (Ren ve ark., 2012; McIntosh ve ark., 2013).

### **3. Biyotik ve Abiyotik Strese Tolerans**

#### **3. 1. Abiyotik Stres Koşullarına Tolerans**

Buğday-çavdar translokasyonu içeren buğday çeşitlerinin, diğer buğday çeşitlerine nazaran abiyotik ve biyotik stres etmenlerine karşı daha toleranslı olduğu bilinmektedir.

Yang ve ark. (2016), çavdar translokasyon hattı olan 951188-G3-G1 ile Korede yaygın olarak yetiştirilen Keumkangmil çeşidini melezlemiş ve 1AL.RS translokasyonunu içeren soğuğa toleranslı ve verimi yüksek 'Trans' çeşidini geliştirmişlerdir.

Ehdaie ve ark. (2003), yürütmüş oldukları bir araştırmada, 1RS translokasyonunu bünyesinde barındıran "Pavon" çeşidinde kök biyokütlesinin daha fazla olduğunu ve bu sebeple de çeşidin kurağa dayanıklılığının artmış olduğunu gözlemlemişlerdir. Fakat belirtilen özellikleri taşıyan genlerin, bu genlerin kaynağı olan çavdar genotipine göre ve bu çavdar translokasyonunun aktarıldığı buğday çeşidinin genetik yapısına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Villareal ve ark., 1998; Austin, 1999).

Çavdarın 1R ve 7R kromozundaki genlerin buğdayda çinko alımını (Cakmak ve ark., 1997), 5RL kromozomundaki genlerin ise bakır alımını arttırdığı (Schlegel ve ark., 1991) rapor edilmiştir.

Çavdar translokasyonlarının sağladığı bu özelliklere ilave olarak alüminyum toksisitesine ve asit topraklara tolerans da sayılabilir. Çavdarın böyle topraklara 3R, 4R ve 6R kromozomları içermesinden dolayı toleranslı olduğu bilinmektedir. Öte yandan bazı araştırmacılar buğdaydaki gen baskılayıcılarının, çavdarın bu özelliklerini tamamıyla göstermesi konusunda bir engelleme yapabileceğini belirtmişlerdir (Carver ve Ownby, 1995).

### 3. 2. Hastalık ve Zararlılara Dayanıklılık, Yabancı Otlara Karşı Üstünlük

Buğdaya, alleopatik etkisi olan yabancı otlar üzerinde de baskınlık sağlayan genler de yine çavdardan gelmektedir (Krattinger ve ark., 2009).

Küllemeye, kara pasa ve *Rhopalosipum padi* zararlısına karşı dayanıklılık kaynağı olarak 1AL.1RS translokasyonunun kullanılabilmesi belirlenmiştir (Sebesta ve Wood, 1978; Porter ve ark., 1994; Sebesta ve ark., 1994).

1BL.1RS buğday çavdar translokasyonunun, taşınmış olduğu çavdar kromozomunun orijinine göre farklılık göstermekle beraber sarı pasa ve küllemeye karşı dayanıklılık sağladıkları belirlenmiştir (Zeller, 1973; Mettin ve ark., 1973; McIntosh, 1983; Zeller ve Fuchs, 1983; Heun ve Fischbeck, 1987). Kara pas, kahverengi pas ve külleme hastalıklarına dayanıklılık için bazı genlerin varlığı 1RS kromozomunda tespit edilmiştir (Hsam ve ark., 2000). Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık içeren genetik kaynaklar Çizelge 1 (Leonardo ve ark., 2017)'de verilmiştir.

### 4. Çavdar Translokasyonlarının Kalite Üzerine Etkileri

Çavdar translokasyonları undaki protein konsantrasyonlarını değiştirmekte, glutenin içeriğini düşürmektedir. Ekmeklik kalitesi yüksek çeşitler geliştirebilmek için yüksek glutenin içeriği olan 1RS içeren hatlar ile güçlü hamur yapısı olan 1RS içermeyen hatlar melezleme yapılmalıdır.

Çavdarda bulunan secalinden dolayı buğdayda gerçekleşen translokasyonlar kalite üzerine olumsuz bir biçimde yansımaktadır. 1RS translokasyonu içeren melezlerin 1RS'yi aldığı genetik kaynağı farklı olabileceği için, bunların kalite özellikleri değişkenlik gösterebilmektedir.

1RS translokasyonu kromozomda bulunduğu yere göre buğdayın ekmeklik kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu konuda 1AL.1RS translokasyonu, 1BL.1RS ve 1DL.1RS ye göre daha çok tercih edilmelidir. 1RS'nin geldiği genetik materyallerde Sec 1 lokusları bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlarda 1RS'nin ekmeklik kalitesi kaynağı ile 1RS'nin bulunduğu yerin etkisi arasında yakın ilişki yoktur. Bu da ekmeklik kalitesi yönünden genetik bir varyasyona neden olmaktadır. Ekmeklik kalitesindeki kusurları en aza indirmek amacıyla çavdarı melezlemelerde olabildiğince az kullanmak gerekir. Kaliteli yumuşak buğday konusunda T1BLÆ1RS ve T1DLÆ1RS translokasyonlarını içeren genotipler T1ALÆ1RS içeren genotiplere göre daha iyi bir seçenektir (Kim ve ark., 2005).

### 5. Çavdar Translokasyonlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri

Buğday tane veriminin ve adaptasyonunun artırılmasında 1AL.1RS ve 1BL.1RS çavdar translokasyonları önemli ve olumlu etkiler göstermiştir. 1BL.1RS translokasyonunu barındıran buğday genotiplerinin tane veriminin, tane ağırlığının, başak fertilitésinin, bitki biyokütlesinin olumlu olarak etkilendiği bazı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Schegel ve Meinel, 1994; Moreno-Sevilla ve ark., 1995).

Kim ve ark. (2004), genetik tabanında Pavon 76 yazlık buğday çeşidini içeren 1R değişik çavdar kaynaklarını test etmiş, bunun sonucunda 1RS 1A, 1B veya 1D kromozomlarının hangisinde yer aldığına bakılmaksızın tane veriminin arttığını gözlemlemiştir.

**Çizelge 1.** Bu güne dek hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sağlayan genler ve bu genleri içeren genetik kaynaklar ( Leonardo ve ark., 2017)

Stres Kaynağı	Çavdar Kromozomları								
	1R			2R			3R		
	Gen	Tanımlama	Gen Kaynağı	Gen	Tanımlama	Gen Kaynağı	Gen	Tanımlama	Gen Kaynağı
<i>Puccinia triticina</i>	<i>Lr26</i>	1BL.1RS	Petkus çavdarı; Kavkaz ve Veery buğday melezleri (Friebe ve ark., 1996; Singh ve Rajaram, 1991)	<i>Lr25</i>	4BS.4BL-2RL	Rosen çavdarı; Transec (Friebe ve ark., 1996; Singh ve ark., 2012)			
				<i>Lr45</i>	2AS-2RS.2RL	Petkus çavdarı; RL6144 (Friebe ve ark., 1996; McIntosh ve ark., 1995)			
					2BS.2RL	2BS.2RL-SLU (Hysing ve ark., 2007)			
<i>Puccinia striiformis</i> var. <i>striiformis</i>	<i>Yr9</i>	1BL.1RS	Petkus çavdarı; Kavkaz ve Veery buğday melezleri (Friebe ve ark., 1996; Mago ve ark., 2002)						
	<i>YrCn17</i>	1BL.1RS	Petkus çavdarı L155; R14, Chuan-nong 17 (Luo ve ark., 2008; Ren ve ark., 2009)						
	<i>YrR212</i>	1BL.1RS	Dwarf çavdarı R12; R212 (Luo ve ark., 2008)						
	<i>yrCH45-1<sup>b</sup></i>	1BL.1RS	SW1862; Chuanmai45 (Yang ve ark., 2016)						
		1BL.1RS	Aigan çavdarı (Li ve ark., 2016)						
<i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	<i>Sr31</i>	1BL.1RS	Petkus çavdarı; Kavkaz ve Veery buğday melezleri (Friebe ve ark., 1996;)	<i>Sr59</i>	2DS.2RL	VT828041 Tritikalesi (Rahmatov ve ark., 2016)	<i>Sr27</i>	3AL.3RS	Imperial çavdarı; WRT238 (Friebe ve ark., 1996; Marais ve Marais 1994)
	<i>Sr50/SrR</i>	1DL.1RS	Imperial Çavdarı (Mago ve ark., 2002)		2BS.2RL	2BS.2RL-SLU (McIntosh ve ark., 1995)			
	<i>SrIRS<sup>Amigo</sup></i>	1AL.1RS	Amigo buğdayı (Friebe ve ark., 1996; Mohler ve ark., 2001)						

Çizelge 1. (Devamı)

<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	<i>Pm8</i>	1BL.1RS	Petkus çavdarı; Kavkaz ve Veery buğdayı melezleri (Friebe ve ark., 1996; Mohler ve ark., 2001)	<i>Pm7</i>	4BS.4BL-2RL	Rosen çavdarı; Transec Buğdayı (Friebe ve ark., 1996)	
	<i>Pm17</i> ; allelic to <i>Pm8</i>	1AL.1RS	Insave çavdarı; Amigo buğdayı melezleri (Friebe ve ark., 1996; Mohler ve ark., 2001)	ND	2BS.2RL	2BS.2RL-SLU (McIntosh ve ark., 1995)	
	<i>PmCn17</i>	1BL.1RS	Petkus çavdarı L155; R14, Chuan-nong 17 (Ren ve ark., 2009)	ND	(2D)2R	Alman Beyaz Çavdarı; WR02-145 Buğdayı (An ve ark., 2006)	
				<i>PmJZ</i> <i>HM2R</i> <i>L<sup>b</sup></i>	(1D)1R+2R	Jingzhouheimai çavdarı ; H-J DA2RDS1R(1D) buğdayı (Zhuang ve ark., 2011)	
<i>Schizaphis graminum</i>	<i>Gb2</i>	1AL.1RS	Insave çavdarı; Amigo buğdayı melezleri (Sebesta ve Wood,1978; Lu ve ark. 2010; Friebe ve ark., 1996)				
	<i>Gb6</i>	1AL.1RS	Insave çavdarı; (GRS1201 Lu vd 2010 ; Friebe ve ark., 1996; Porter ve ark., 1991; Porter ve ark., 1994)				
<i>Diuraphis noxia</i>	<i>Dn7</i>	1BL.1RS	Turkey 77 çavdarı; 94M370 buğdayı Lapitan ve ark., 2007; Marais ve ark., 1994; Friebe ve ark., 1996				
<i>Rhopalosipum padi</i>		1AL.1RS	Panda tritikalesi; E12165 buğdayı (Lukaszewski, 1997; Crespo-Herrera ve ark., 2013)				
		(1D) 1R	Presto tritikalesi (Lukaszewski, 2006; Crespo-Herrera ve ark., 2013)				

## Çizelge 1. (Devamı)

<i>Sitobion avenae</i>	1AL.1RS	E12165 buğdayı, Amigo buğdayı, Rhino tritikalesi (Lukaszewski, 1997; Crespo-Herrera ve ark., 2013 )		
	(1D) 1R	Presto tritikalesi (Lukaszewski, 2006; Crespo-Herrera ve ark., 2013)		
<i>Mayetiola destructor</i>			<i>H21</i> 2BS.2RL	Chaupon çavdarı; KS85HF 011-5 (Friebe ve ark., 1990; Friebe ve ark., 1996)
<i>Aceria tosichell</i>	<i>Cmc3</i>	1AL.1RS		Insave çavdarı; Amigo buğdayı (Malik ve ark., 2003)
<i>Mayetiola destructor</i>			<i>H21</i> 2BS.2RL	Chaupon çavdarı; KS85HF 011-5 (Friebe ve ark., 1990; Friebe ve ark., 1996)
<i>Aceria tosichell</i>	<i>Cmc3</i>	1AL.1RS		Insave çavdarı; Amigo buğdayı (Malik ve ark., 2003)

Stres Kaynağı	4R			6R		
	Gen	Tanımlama	Gen Kaynağı	Gen	Tanımlama	Gen Kaynağı
<i>Blumeria graminis</i>		4BL.4RL + 7AS.4RS	Alman Beyaz çavdarı; WR41-1 (An ve ark., 2013)	<i>Pm20</i>	6BS.6RL	Prolific çavdarı; WGRC28 (Friebe ve ark., 1996)
		5DS-4RS.4RL	Kustro çavdarı ve MK25 tritikalesi (Fu ve ark., 2014)		6RL	Kustro çavdarı ve MK25 tritikalesi (Fu ve ark., 2014)
					6R	Alman beyaz çavdarı; WR49-1 (An ve ark., 2015)
<i>Mayetiola destructor</i>				<i>H25</i>	4BS.4BL-6RL	Balbo çavdarı; 88HF16 buğdayı (Friebe ve ark., 1996)
<i>Heterodera avenae</i>				<i>CreR</i>	6DS.6RL	T-701 tritikalesi melezleri (Dundas ve ark., 2001)
<i>Heterodera filipjevi</i>					(6D) 6R	(Cui ve ark., 2012)

## Sonuç

Yapılan araştırmalar gözden geçirildiğinde çavdar translokasyonları içeren buğday genotiplerinde tane veriminin, tane ağırlığının, başak fertilitésinin, kök ve bitki biyokütlesinin arttığı anlaşılmaktadır. Yine çavdardan buğdaya geçen genlerin etkisiyle buğdayın çinko ve bakır alımının arttığı, alüminyum toksisitesine, topraktaki asiditeye karşı toleransının arttığı gözlemlenmiştir. Yine çavdar translokasyonları sayesinde buğday hatlarının sarı pas, kara pas, kahverengi pas, külleme gibi önemli hastalıklara ve bazı zararlılara karşı dayanıklılık kazandığı, yabancı otlara karşı da üstünlüğünün arttığı belirlenmiştir. Çavdar translokasyonu içeren buğday genotiplerinin birçok yönden olumlu özellikler kazanmasına karşın ekmeklik kalite yönünden genel olarak olumsuz etkilendiği bilinmektedir.

Belirtilen nedenlerden dolayı çavdar translokasyonları, dünya genelinde buğday ıslah programlarında yaygın olarak kullanılmış ve melezleme ıslahı yöntemiyle birçok ekmeklik ve makarnalık buğday çeşidine aktarılmıştır. Yapılan araştırmalara bakıldığında; Dünyada geliştirilen çeşitlerin önemli bir kısmının çavdar translokasyonlarını genetik olarak bünyesinde barındırdığı ve Dünyadaki buğday ıslah programlarında çavdar translokasyonları içeren gen kaynakların yaygın bir şekilde bulunduğu anlaşılmaktadır.

Buğday ıslahında; çavdar translokasyonları, bünyesinde barındırdıkları hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık genleri, abiyotik ve biyotik stres etmenlerine karşı yüksek tolerans göstermesi bakımından gen kaynağı olarak yüksek bir öneme sahiptir. Ancak bu translokasyonlar ülkemizdeki buğday çeşitlerinde az bir oranda bulunmaktadır (Yediay, 2009). Bu nedenle çavdar translokasyonları veya farklı akraba türlerden elde edilmiş olan translokasyonlar ülkemizde yürütülen buğday ıslah programlarında daha yaygın bir şekilde kullanılmalıdır. Özellikle ülkemizin çavdar gen merkezi olmasından dolayı, buğday ıslah programlarında bu gen kaynağına gereken önemin verilmesi gerekmektedir.

## Kaynakça

- An, D. G., Li, L. H., Li, J. M., Li, H. J., Zhu, Y. G. (2006). Introgression of resistance to powdery mildew conferred by chromosome 2R by crossing wheat nullisomic 2D with rye. *J Integr Plant Biol.* 2006;48:838–47.
- An, D., Zheng, Q., Luo, Q., Ma, P., Zhang, H., Li, L., et al. (2015). Molecular cytogenetic identification of a new wheat-rye 6R chromosome disomic addition line with powdery mildew resistance. *PLoS One.* 2015;10(8).
- An, D., Zheng, Q., Zhou, Y., Ma, P., Lv, Z., Li, L., et al. (2013). Molecular cytogenetic characterization of a new wheat-rye 4R chromosome translocation line resistant to powdery mildew. *Chromosome Res.* 21:419–32.
- Austin, R. B. (1999). Yield of Wheat in The United Kingdom: Recent Advances and Prospects. *Crop Sci,* 39:1604–1610.
- Cakmak, I., Deric, R., Torun, B., Tolay, I., Braun, H. J., Schlegel, R. (1997). Role of rye chromosomes in improvement of zinc efficiency in wheat and tritikalesi. *Plant Soil.* 1997;196:249–53.
- Carver, B. F., Ownby, J. D. (1995). Acid soil tolerance in wheat. In: Donald LS, editor. *Advances in Agronomy.* Vol. 54. Academic Press; 1995. p. 117–173.
- Crespo-Herrera, L., Smith, C. M., Singh, R., Åhman, I. (2013). Resistance to multiple cereal aphids in wheat–alien substitution and translocation lines. *Arthropod Plant Interact.* 2013;7:535–45.
- Cui, L., Xiu, G., XiaoMing, W., Heng, J., WenHua, T., HongLian, L., et al. (2012). Characterization of interaction between wheat roots with different resistance and *Heterodera filipjevi*. *Acta Agron Sin.* 2012; 38:1009 English abstract.
- Dundas, I. S., Frappell, D. E., Crack, D. M., Fisher, J. M. (2001). Deletion mapping of a nematode resistance gene on rye chromosome 6R in wheat. *Crop Sci.* 2001;41:1771–8.



- Ehdaie, B., Whitkus, R. W., Waines, J. G. (2003). Root Biomass, Water-Use Efficiency, and Performance of Wheat-Rye Translocations of Chromosomes 1 and 2 in Spring Bread Wheat 'Pavon'. *Crop Science*, 43:710-717.
- Faris, J. D., Friebe, B., Gill, B. S. (2002). Wheat genomics: exploring the polyploid model. *Curr Genomics*. 2002;3:577-91.
- Friebe, B., Hatchett, J. H., Gill, B. S., Mukai, Y., Sebesta, E. E. (1991). Transfer of Hessian fly resistance from rye to wheat via radiation-induced terminal and intercalary chromosomal translocations. *Theor Appl Genet*. 1991;83:33-40.
- Friebe, B., Hatchett, J. H., Sears, R. G., Gill, B. S. (1990). Transfer of Hessian fly resistance from 'Chaupon' rye to hexaploid wheat via a 2BS/2RL wheat-rye chromosome translocation. *Theor Appl Genet*. 1990;79:385-9.
- Friebe, B., Jiang, J., Raupp, W. J., McIntosh, R. A., Gill B.S. (1996). Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status. *Euphytica*. 1996;91:59-87.
- Fu, S., Ren, Z., Chen, X., Yan, B., Tan, F., Fu, T., et al. (2014). New wheat-rye 5DS-4RS-4RL and 4RS-5DS-5DL translocation lines with powdery mildew resistance. *J Plant Res*. 2014;127:743-53.
- Graybosch, R. A. (2001). Uneasy Unions: Quality Effects of Rye Chromatin Transfers to Wheat. *J Cereal Science*, 33:3-16.
- Heun, M., Fishbeck, G. (1987). Identification of Wheat Powdery Mildew Resistance Genes by Analysing Host-Pathogen Interactions. *Plant Breeding* 98: 124-129.
- Hsam, S. L. K., Mohler, V., Hartly, L., Wenzel, G., Zeller, F. J. (2000). Mapping of Powdery Mildew and Leaf Rust Resistance Genes on Wheat-Rye Translocated Chromosome T1BL.1RS Using Molecular and Biochemical Markers. *Plant Breeding*, 119:87-89.
- Hysing, S. C., Hsam, S. L. K., Singh, R. P., Huerta-Espino J, Boyd L. A., Koebner R. M. D., et al. (2007). Agronomic performance and multiple disease resistance in T2BS.2RL wheat-rye translocation lines. *Crop Sci*. 2007;47:254-60.
- Jiang, J., Friebe, B., Gill B. S. (1994). Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica*. 1994;73:199-212.
- Kim, W., Johnson, J. W., Baenziger, P. S., Lukaszewski, A. J., Gaines, C. S. (2004). Agronomic effect of wheat-rye translocation carrying rye chromatin (1R) from different sources. *Crop Sci*. 2004;44:1254-8.
- Kim, W., Johnson, J. W., Baenziger, P., Stephen; Lukaszewski, A. J., Gaines, C. S. (2005). "Quality effect of wheat-rye (1R) translocation in 'Pavon 76'" (2005). *Agronomy & Horticulture -- Faculty Publications*. 116.
- Knight, E., Greer, E., Draeger, T., Thole, V., Reader, S., Shaw, P., et al. (2010). Inducing chromosome pairing through premature condensation: analysis of wheat interspecific hybrids. *Funct Integr Genomics*. 2010;10:603-8.
- Koszegi, B., Linc, G., Juhasz, L., Lang, L., Molnar-Lang, M. (2005). Occurrence of the 1RS/1BL Wheat-Rye Translocation in Hungarian Wheat Varieties. *Acta Agronomica Hungarica*, 48(3): 227-236.
- Krattinger, S. G., Lagudah, E. S., Spielmeier, W., Singh R. P., Huerta-Espino, J., McFadden, H., et al. (2009). A Putative ABC Transporter Confers Durable Resistance to Multiple Fungal Pathogens in Wheat. *Science*. 2009;323:1360-3.
- Landjeva, S., Korzun, V., Tsanev, V., Vladova, R., Ganeva, G. (2006). Distribution of the wheat-rye translocation 1RS. 1BL among bread wheat varieties of Bulgaria. *Plant Breeding*. 125 (1), 102-104.
- Lapitan, N. L. V., Peng, J., Sharma, V. (2007). A high-density map and PCR markers for Russian wheat aphid resistance gene Dn7 on chromosome 1RS/1BL. *Crop Sci*. 2007;47:811-20.
- Leonardo, A., Crespo, H., Gustavsson, L. G., Åhman, I. (2017). *Hereditas* A systematic review of rye (*Secale cereale* L.) as a source of resistance to pathogens and pests in wheat (*Triticum aestivum* L.) 154:14.
- Li, Z., Ren, Z., Tan, F., Tang, Z., Fu, S., Yan, B., et al. (2016). Molecular cytogenetic characterization of new wheat-rye 1R(1B) substitution and translocation lines from a Chinese *Secale cereale* L. Aigan with resistance to stripe rust. *PLoS One*. 2016;11(9), e0163642.
- Lu, H., Rudd, J. C., Burd, J. D., Weng, Y. (2010). Molecular mapping of greenbug resistance genes Gb2 and Gb6 in T1AL.1RS wheat-rye translocations. *Plant Breed*. 2010;129:472-6.
- Lukaszewski, A. J. (1990). Frequency of 1RS.1BL and 1RS.1BL Translocations in United States Wheats. *Crop Science*, 30: 1151-1153.

- Lukaszewski, A. J. (1997). Further manipulation by centric misdivision of the 1RS.1BL translocation in wheat. *Euphytica*. 1997;94:257–61.
- Lukaszewski, A. J. (2006). Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticales. *Crop Sci*. 2006;46:2183–94.
- Luo, P. G., Zhang, H. Y., Shu, K., Zhang H. Q., Luo, H. Y., Ren, Z. L. (2008). Stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici) resistance in wheat with the wheat-rye 1BL/1RS chromosomal translocation. *Can J Plant Pathol*. 2008;30:254–9.
- Mago, R., Spielmeyer, W., Lawrence, G. J., Lagudah, E. S., Ellis, J. G., Pryor, A. (2002). Identification and mapping of molecular markers linked to rust resistance genes located on chromosome 1RS of rye using wheat-rye translocation lines. *Theor Appl Genet*. 2002;104:1317–24.
- Malik, R., Brown-Guedira, G. L., Smith, C. M., Harvey, T. L., Gill, B. S. (2003). Genetic mapping of wheat curl mite resistance genes *Cmc3* and *Cmc4* in common wheat. *Crop Sci*. 2003;43:644–50.
- Marais G. F., Marais A. S. (1994). The derivation of compensating translocations involving homoeologous group 3 chromosomes of wheat and rye. *Euphytica*. 1994;79:75–80.
- Marais, G. F., Horn, M., Du Toit, F. (1994). Intergeneric transfer (rye to wheat) of a gene(s) for Russian wheat aphid resistance. *Plant Breed*. 1994;113:265–71.
- McIntosh, R. A. (1983). A Catalogue of Gene Symbols for Wheat. In: Sakamoto S (eds) Proc of 6th Int Wheat Genet Symp. University of Kyoto, Kyoto, Japan, pp 1197-1254.
- McIntosh, R. A., Dubcovsky, J., Rogers, W. J., Morris, C., Appels, R., Xia, X. C. (2013). Catalogue of Gene Symbols for Wheat <https://wheat.pw.usda.gov/GG2/Triticum/wgc/2013/>. Accessed 3 Jan 2017.
- McIntosh, R. A., Friebe, B., Jiang, J., The, D., Gill B. S. (1995). Cytogenetical studies in wheat XVI. Chromosome location of a new gene for resistance to leaf rust in a Japanese wheat-rye translocation line. *Euphytica*. 1995;82:141–7.
- Mettin, D., Blüthner, W. D., Schlegel, G. (1973). Additional Evidence on Spontaneous 1BL.1RS Wheat-Rye Substitutions. *Wheat Genet Symp*, 179184.
- Mohler, V., Hsam, S., Zeller, F., Wenzel, G. (2001). An STS marker distinguishing the rye-derived powdery mildew resistance alleles at the *Pm8/Pm17* locus of common wheat. *Plant Breed*. 2001;120:448–50.
- Moreno-Sevilla, B., Baezinger, P. S., Peterson, C. F., Graybosch, R. A., Mcvey, D. V. (1995). The T1BL.1RS Translocation: Agronomic Performance of F3-Derived Lines from a Winter Wheat Cross. *Crop Science*, 35: 1051-1055.
- Porter, D. R., Webster J. A., Burton R. L., Puterka, G. J., Smith, E. L. (1991). New sources of resistance to greenbug in wheat. *Crop Sci*. 1991;31:1502–4.
- Porter, D. R., Webster, J. A., Friebe, B. (1994). Inheritance of greenbug biotype-G resistance in wheat. *Crop Sci*. 1994;34:625–8.
- Rabinovich S. V. (1998). Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*. 1998;100:323–40.
- Rahmatov, M., Rouse, M. N., Nirmala, J., Danilova, T., Friebe, B., Steffenson, B. J., et al. (2016). A new 2DS.2RL Robertsonian translocation transfers stem rust resistance gene *Sr59* into wheat. *Theor Appl Genet*. 2016;129:1383–92.
- Ren, T. H., Chen, F., Yan, B. J., Zhang, H. Q., Ren, Z. L. (2012). Genetic diversity of wheat-rye 1BL.1RS translocation lines derived from different wheat and rye sources. *Euphytica*. 2012;183:133–46.
- Ren, T. H., Yang, Z. J., Yan, B. J., Zhang, H. Q., Fu, S. L., Ren, Z. L. (2009). Development and characterization of a new 1BL. 1RS translocation line with resistance to stripe rust and powdery mildew of wheat. *Euphytica*. 2009;169:207–13.
- Schlegel, R. (2014). Current list of wheats with rye and alien introgression. Version 02-14.
- Schlegel, R., Meinel, A. (1994). A Quantitative Trait Locus (QTL) on Chromosome Arm 1RS of Rye and its Effect on Yield Performance of Hexaploid Wheat. *Cereal Res Comm*, 22:7-13.
- Schlegel, R., Werner, T., Hülgenhof, E. (1991). Confirmation of a 4BL/5RL Wheat-rye chromosome translocation line in the wheat cultivar ‘Viking’ showing high copper efficiency. *Plant Breed*. 1991;107:226–34.
- Sebesta, E. E., Wood, E. A. (1978). Transfer of Greenbug Resistance from Rye to Wheat with X-rays. *Agron Abstr, Am Soc Agron*, 61-62.

- Sebesta, E. E., Wood, E. A., Porter, D. R., Webster, J. A., Smith, E. L. (1994). Registration of Amigo Wheat Germplasm Resistant to Greenbug. *Crop Science*, 34: 293.
- Singh, A., Pallavi, J. K., Gupta, P., Prabhu, K. V. (2012). Identification of microsatellite markers linked to leaf rust resistance gene Lr25 in wheat. *J Appl Genet*. 2012;53:19–25.
- Singh, R. P., Rajaram, S. (1991). Resistance to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in 50 Mexican bread wheat cultivars. *Crop Sci*. 1991;31:1472–9.
- Villareal, R. L., Banuelos, O., Mujeeb-Kazi, A., Rajaram, S. (1998). Agronomic Performance of Chromosomes 1B and T1BL.1RS Near-isolines in the Spring Bread Wheat Seri M82. *Euphytica*, 103: 195-202.
- Villareal, R. L., Rajaram, S., Mujeeb-Kazi, A., Del Toro, E. (1991). The Effects of Chromosome 1B/1R Translocation on Yield Potential of Certain Spring Wheats (*Triticum aestivum* L.). *Plant Breeding*, 106:77-81.
- Yang, E., Li G., Li, L., Zhang, Z., Yang, W., Peng Y, et al. (2016). Characterisation of stripe rust resistance genes in the wheat cultivar Chuanmai45. *Int J Mol Sci*. 2016;17:601.
- Yediay F. Y. (2009). Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde 1AL.1RS VE 1BL.1RS çavdar translokasyonları ile cücelik genlerinin araştırılması Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Zeller, F. J., Fusch, E. (1983). Cytologie und Krankheitsresistenz einer 1A/1Rund mehrerer 1B/1R-Weizen-Roggen-Translokationsorten. *Z. Pflanzenzüchtg*, 90:285-296.
- Zeller, J. F. (1973). 1B/1R Wheat-Rye Substitutions and Translocations. In: Sears ER, Sears MS (eds) *Proc of 4th Int Wheat Genet Symp.* University of Missouri, Columbia, USA, pp 209-221.
- Zhou, Y., He, Z. H., Sui, X. X., Xia, X. C., Zhang, X. K., Zhang, G. S. (2007). Genetic improvement of grain yield and associated traits in the northern China winter wheat region from 1960 to 2000. *Crop Sci*. 2007;47:245–53.
- Zhuang, L. F., Sun L., Li, A. X., Chen, T. T., Qi, Z. J. (2011). Identification and development of diagnostic markers for a powdery mildew resistance gene on chromosome 2R of Chinese rye cultivar Jingzhouheimai. *Mol Breed*. 2011;27:455–65.