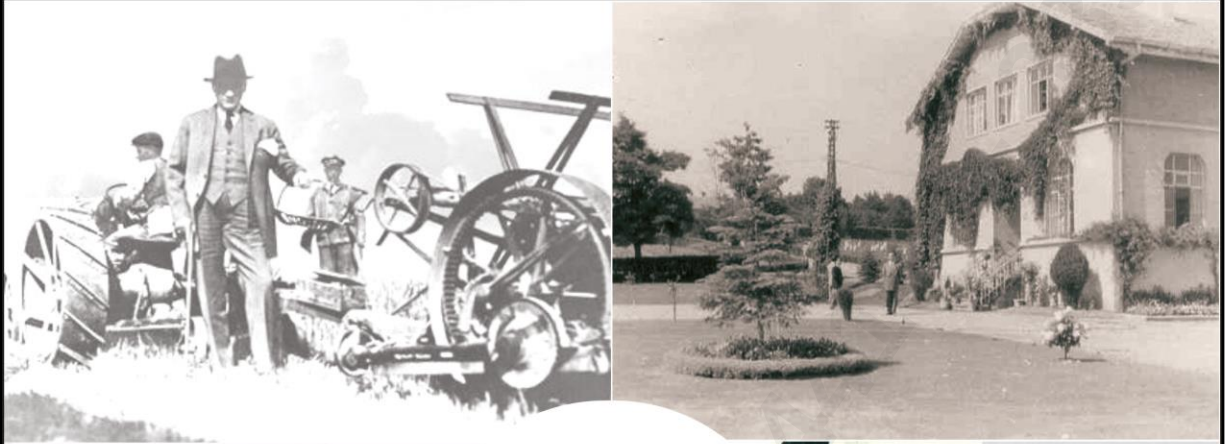




GEÇİT KUŞAĞI

TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

Eskişehir 1925

ISLAHTA 100 YIL

**Orta Anadolu Bölgesinde
Buğday Kuraklık İlişkisi**

Yerli ve Yabancı Araştırma
Sonuçlarından
Bir Derleme



TAGEM
AR-GE & İNOVASYON

Eskişehir 2025

ORTA ANADOLU BÖLGESİNDE BUĞDAY KURAKLIK İLİŞKİSİ

H. Müfit KALAYCI

Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Eskişehir/1925



Grafik Tasarım
Serkan Mehmet ÇOBANOĞLU

Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Ziraat Cd. No: 396 Tepebaşı / Eskişehir Tel: 0222 324 03 00 Fax: 0222 324 03 01
ISBN
978-625-94443-1-4

Eskişehir 2025

ÖNSÖZ

Kapak sayfasında da görüldüğü gibi 2016 yılında yazılmış olan bu eser, Türkiye’de tarımsal araştırmaların başladığı 1920’li yıllardan o tarihe kadar Eskişehir’deki Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından buğday üzerine yağmura dayalı koşullarda yapılan araştırma sonuçlarının kuraklıkla ilgili bilgi içeren bölümlerini yansıtan bir derleme niteliği taşımaktadır. Ağırlıklı olarak Eskişehir’deki çalışmalar anlatılırken, konuyla ilgili yerli ve yabancı araştırma sonuçlarından da yararlanılmaya çalışılmıştır.

Her araştırma sonucu, doğallıkla, söz konusu araştırmanın yapıldığı çevrelerin temsil ettiği koşulların sınırları içinde geçerlidir. Özellikle, son yıllarda ülkede sık görülen bir sorun olmaya başlayan iklim değişikliği olayının ışığında, bu bilgileri o şekilde değerlendirmek gerekir. Örneğin, kitapta net olarak vurgulanan erken gelişmenin önemi, don zararı sorununun dışında yine de geçerli olmakla birlikte, taşıyabileceği riskler nedeniyle, bu eserin çiftçilere yönelik bir tavsiye el kitabı olmadığı, sadece ülkedeki konuyla ilgili araştırma geçmişi hakkında bilgi aktarma amacı taşıdığı unutulmamalıdır.

Günümüzde buğday araştırmacıları yeni araştırma konuları üzerine düşünürken, geçmişte yapılmış araştırmaların sonuçları hakkında da yeterli bilgi sahibi olmalarının çalışmalarına az ya da çok katkı sağlayabilmesi umut ve beklentilerimle.

H.MÜFİT KALAYCI

ESKİŞEHİR, 2025

TEŞEKKÜR

Enstitümüzün kuruluşunun 100. yılı vesilesiyle yayımlanan bu anlamlı eserin, uzun yıllar boyunca kurumumuzda özveriyle görev yapmış; yalnızca yürüttüğü araştırmalarla değil, öncülük ettiği yenilikler, uygulamaya kazandırdığı yaklaşımlar ve yetiştirdiği araştırmacılarla hem enstitümüze hem de TAGEM 'e değerli katkılar sunmuş kıymetli bilim insanı Sayın H. Müfit Kalaycı tarafından hazırlanmış olması, bizler için büyük bir anlam ve gurur taşımaktadır.

Müfit Bey, yıllar boyunca Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde kurak alan tarımı, toprak-su ilişkileri ve verimlilik konularında yürüttüğü araştırmalarla kurumsal hafızamızda derin izler bırakmıştır. Emeklilik sonrası dahi enstitüsüne duyduğu bağlılıkla bu eseri hazırlamış olması, sadece bir yayını değil; aynı zamanda bir vefa, sorumluluk ve bilimsel sadakat örneğini temsil etmektedir.

Bu derleme, kuraklık gibi giderek önemi artan bir konunun tarihsel araştırma verilerini gün yüzüne çıkarırken, aynı zamanda genç araştırmacılar için bir kaynak ve ilham niteliğindedir.

Başta Müfit Bey olmak üzere, geçmişten bugüne kurumumuza ve TAGEM' in bilimsel vizyonuna katkı sunmuş tüm araştırmacıları saygıyla anıyor; bu kıymetli çalışmanın enstitümüzün 100. yılına yakışır şekilde kalıcı bir iz bırakmasını temenni ediyorum.

Ulaş Çınar

Enstitü Müdürü

Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü

Eskişehir, 2025

İÇİNDEKİLER

Kuraklığın Tanımı ve Buğday Verimi Açısından Önemi.....	1
Yağış Miktar ve Dağılımının Buğday Verimi Üzerine Etkisi.....	2
Depolanmış Suyun ve Toprak Su Depolama Kapasitesinin Buğday Verimiyle İlişkisi.....	5
Erken Gelişmenin Önemi ve Kültürel Uygulamaların Erken Gelişme Üzerine Etkisi.....	13
Genotiplerin Kurak Koşullara Uyumluluğunu Etkileyen Özellikler.....	19
Fenolojik Özellikler.....	19
Morfolojik Özellikler.....	24
Kök Gelişmesi.....	24
Bitki Boyu.....	25
Yaprak Özellikleri.....	27
Fizyolojik Özellikler.....	30
Yaprak Kıvrılması	30
Yaprak Su Tutma Kapasitesi	31
Ozmotik Düzenleme ve Oransal Nem İçeriği.....	36
Ozmotik Gerilim Toleransı.....	37
Stoma İletkenliği ve Bitki Örtüsü Sıcaklığı.....	38
Rezerv Translokasyonu.....	39
Transpirasyon Etkinliği ve ¹³ C Diskriminasyonu.....	44
Kısaca Diğerleri.....	46
Verim Unsurları.....	47
Birim alanda Başak Sayısı.....	47
Başakta Dane Sayısı.....	51
Dane Ağırlığı.....	52
Kurağa Hassasiyet ve Dayanıklılık İndeksleri.....	55
Verim Stabilitesi.....	59
Çok Faktör Tarafından Kontrol Edilen Parametre Çalışmalarında Stepwise Regresyon	
Kullanımının Önemi.....	63
Genel Değerlendirme ve Sonuç.....	66
Kaynakça.....	67

KURAKLIĞIN TANIMI VE BUĞDAY VERİMİ AÇISINDAN ÖNEMİ

Kuraklığın literatürde tanımlanan birçok çeşidi olmakla birlikte, dört belirgin kuraklık tipi olduğu kabul edilmektedir. Bunlar, meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık, hidrolojik kuraklık ve sosyo-ekonomik kuraklıktır (Wilhite ve Glantz, 1985). Toplumsal yaşam ve ülkemizin geleceği açısından bunların her biri çok önemli olmakla birlikte, bu yayın sadece buğday tarımında kuraklığın etkileri ve gerek genotip geliştirme, gerekse kültürel uygulamalar açısından verim-kuraklık ilişkisi üzerine ülkemizde ve dünyada yapılmış ve yapılmakta olan araştırmalar üzerine olduğundan, konunun sadece bu yönü üzerinde durulacaktır.

Bitki farkı gözetmeksizin, salt yağışa bağlı iklim sınıflandırmalarında bazı kaynaklarca kabul edilen esaslara göre, yıllık ortalama yağışı 250 mm' den az olan yerlerin kurak, 250-500 mm arası olan yerlerin ise yarı kurak iklime sahip olarak tanımlandığı belirtilmekle birlikte, Türkiye'de kuraklık sınırı genellikle 400 mm olarak ifade edilmektedir (Kadioğlu, 2008). Yurt dışında yapılan bir genel değerlendirmede, yıllık yağışı 100 mm'nin altında olan yerleri çöl, 100-400 mm arasında olanları kurak, 400-600 mm arasında olanları ise yarı kurak olarak sınıflamaktadır (Brouwer and Heibloem, (1986). Bu değerlendirmeye göre, ülkemizin kışlık buğday bölgelerinden Orta Anadolu bölgesiyle, Doğu Anadolu bölgesinin de önemli bir kısmı kurak ve yarı kurak bölge tanımlamasına uygun düşmektedir. Kuraklık tanımında bir başka yaklaşım ise, yağış değerlerini bu şekilde küresel genelleme yapmadan, her ekolojik bölgenin kendi normaline (uzun yıllar ortalamasına) göre değerlendirmektedir. Tarımsal açıdan bizi daha çok ilgilendiren de bu yaklaşım olmaktadır. Bu konuda geliştirilmiş değerlendirmeler arasında, ortalamadan farkı standart sapmaya bölerek hesaplanan SPI (Standardize Edilmiş Yağış İndeksi) (McKee vd., 1993) ve PNI (Normalin Yüzdesi İndeksi) (Willeke vd., 1994) sayılabilir.

Ayrıca, yetiştirilen bitki türü, hatta çeşidi de kuraklığın sonuçlarını etkilediğinden, daha da farklı değerlendirmelere yol açabilmektedir. Örneğin, sulu koşullar için geliştirilmiş bir buğday çeşidi ile kuru koşullar için geliştirilmiş bir çeşit aynı yıl ve yere yan yana ekildiklerinde, ikincisi için normal olarak değerlendirilebilecek bir yağış düzeyi, ilkinin kuraklık zararı görmesine neden olabilmektedir. Aynı şekilde, normalde 700-800 mm yıllık yağış alan bazı Batı Avrupa ülkelerinde geliştirilen genotipler de buna uygun olduğundan, Orta Anadolu için iyi sayılabilecek 400 mm yağış düzeyi bu ülkelerde kuraklık anlamına gelmekte ve buna çözüm geliştirmeye çalışmaktadırlar. Dolayısıyla kuraklığı sadece yağış açısından değil, bitkisel üretim açısından değerlendirdiğimizde, yetiştirilen bitkinin optimum verim için gereksinim duyduğu nem miktarı da değerlendirmede önem kazanmaktadır.

Kuraklığın sadece yağış açısından değil, bu yağışın bitki tarafından kullanılabilmesinde etkili olan sıcaklık, nispi nem ve güneşlenme süresi gibi faktörlerin de kullanılmasıyla değerlendirilmesi sonucu 1973 yılında elde olunan Aydeniz kuraklık indisine göre (Aydeniz, 1988) İç Anadolu'nun tamamı, Doğu Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin bir kısmı kurak özelliğe sahip olup, yer yer çöle yaklaşan çok kurak özellik göstermektedir.

Dünya genelinde, bitkiler üzerindeki kuraklık etkisi değerlendirmelerinde, buhar basıncı açığı (*vapor pressure deficit*) kavramı çok kullanılmaktadır (Allen vd., 1998). Bitki çevresindeki havanın buhar basıncıyla, nemle doymuş havanın buhar basıncı arasındaki farkı gösteren bu değer, Aydeniz'in değerlendirmesindeki hem hava sıcaklığını, hem de nispi nemi hesaba kattığı için, evaporatif talebe ölçü olarak alınan bir kavram olmaktadır.

Kuraklık genelde yağış üzerinden değerlendirilmekle birlikte, bitkisel üretimde, özellikle Orta Anadolu'daki buğday üretiminde, toprağın su depolama kapasitesine ve ekim nöbetine bağlı olarak, buğdayın ekim anında toprak profilinde bulunan depolanmış su da kuraklık etkisini belirlemede önemli olmaktadır. Suyla ilgili bu etkenler ayrı ayrı incelenecektir.

YAĞIŞ MİKTAR VE DAĞILIMININ BUĞDAY VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

“ İlkyaz kuraklığının yaptığı tesir bilhassa
güzü kurak başlamış ve ilkyazı don
geçmiş senelerde çok tahripkar olur “
Numan Kırac, 1937

Buğday bitkisinin dane verimi üzerine, yıllık toplam yağıştan çok, bu yağışın aylara göre dağılımının ve özellikle de buğdayın aktif gelişme dönemleri olarak adlandırılabilen, yani sıcaklığın buğday gelişmesi için uygun olduğu, sonbahar ve ilkbahar aylarının etkili olduğu bilinmektedir. Nitekim, daha ülkemizde tarımsal araştırmaların yeni başlatıldığı 1930’lu yıllarda, Eskişehir’deki Kuru Tarım İstasyonu (bugünkü Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü) kurucusu Numan Kırac konuya ilişkin değerlendirmelerinde bunu belirtmiş ve yaptığı korelasyon çalışmaları sonucunda, verim üzerine en etkili yağışların Eylül, Ekim, Nisan ve Mayıs ayları yağışları olduğunu ifade etmiştir (Kırac, 1937). Daha sonra, 1979-1987 yılları arasında Eskişehir ve Batı Geçit Bölgesinde tamamı çiftçi tarlalarında kurulan 17 denemede elde olunan verimlerle, söz konusu denemelerin üzerine değişik dönemlerde düşen yağışlar karşılaştırıldığında küçük farklılıklarla benzer sonuç elde olunmuştur. Çeşitlerin hiçbirinin verimi mevsim boyunca (ekimden hasata kadar) yağan toplam yağışla istatistiksel önemli korelasyon vermemiş, dağılımın büyük önemi görülmüştür. Denemelerde kullanılan 2’si ekmeklik (Gerek 79 ve Bolal 2973) ve 2’si makarnalık (Kunduru 1149 ve Çakmak 79) çeşitten, küçük farklılıklarla benzer sonuç veren Bolal, Gerek ve Çakmak çeşitlerinin, yağış miktar ve dağılımıyla verdikleri korelasyon katsayıları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1: Bolal 2973 ve Gerek 79 ekmeklik, ve Çakmak 79 makarnalık buğday çeşitlerinin dane verimleriyle mevsimlik yağış ve aktif gelişme dönemi yağışları arasındaki korelasyon katsayıları (Aktif gelişme dönemi Ekim-Kasım aylarında düşen sonbahar yağışlarıyla, Nisan-Haziran aylarındaki 3 aylık ilkbahar yağışlarının toplamını göstermektedir).

Yağış	Buğday Dane Verimi		
	Bolal 2973	Gerek-79	Çakmak-79
Toplam (Ekim-Haziran)	0,37 öd	0,35 öd	0,32 öd
Aktif Gelişme Dönemi	0,70 **	0,71 **	0,68 **

** P=0,01 düzeyinde önemli; öd: P=0,05 düzeyinde önemli değil.

Sıcaklık düzeylerinin buğdayın gelişmesine izin verdiği aktif gelişme dönemindeki yağışların verimi belirlemedeki rolü Çizelge 1’deki verilerden açıkça görülmektedir. Daha sonra, sonbahar ve ilkbahar yağışlarının bu ilişkiye göreli katkılarını belirleyebilmek amacıyla Stepwise regresyon analizine başvurulmuştur. Çizelge 1’de görüldüğü üzere çeşitler arasındaki fark o kadar büyük olmadığından, 3 çeşidin ortalaması kullanılarak yapılan analizde elde olunan denklem aşağıda verilmiştir. İstatistikçilerin sağlıklı bir yöntem olarak değerlendirmedikleri extrapolasyona gitmemek için bu 17 denemede elde olunan yağış sınırları arasında kalınmıştır. Yani denklemdeki intercept değeri, 0 yağış halindeki durumu değil, sonbahar yağışının bu denemelerdeki en düşük toplam olan 24 mm’ye, ilkbahar yağışının yine bu denemelerdeki en küçük değer olan 65 mm’ye düşmesi halinde elde olunacak verimi göstermektedir :

$$\text{Dane Verimi (kg/da)} = 177 + 1,57 \times (\text{Sonbahar Yağışı (mm)} - 24) + 1,17 \times (\text{İlkbahar Yağışı (mm)} - 65) \quad (R^2 = 0,51^{**}, n=17)$$

Denklemden ilk dikkati çeken şey, sonbahar yağışlarının her 1 mm’sinin verimde ilkbahar yağışlarından daha fazla artış sağlaması olmuştur. Denklemin determinasyon katsayısı 0,01 düzeyinde önemli olmakla birlikte, verimdeki varyasyonun ancak yarısını açıklayabilmesi üzerine, deneme yer ve yıllarının sıcaklık değerleriyle verim arasındaki ilişki araştırılmış ve elde olunan korelasyon katsayıları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelgede yalnızca Kasım ve Mart aylarının değerlerinin verilmesinin nedeni, erken dönem ayları içinde sadece bu ayların sıcaklık ortalamalarıyla istatistiksel önemli düzeyde ilişki bulunabilmiş olmasıdır.

Çizelge 2: Bolal 2973 ve Gerek 79 ekmeklik ve Çakmak 79 makarnalık buğday çeşitlerinin dane verimleriyle Kasım ve Mart ayı sıcaklık ortalamaları arasındaki korelasyon katsayıları.

Sıcaklık(Ay Ortalaması)	Buğday Dane Verimi		
	Bolal	Gerek	Çakmak
Kasım	0,43 öd	0,52 *	0,52 *
Mart	0,53 *	0,64 *	0,57 *

* P=0,05 düzeyinde önemli; öd: P=0,05 düzeyinde önemli değil.

Yağışta olduğu gibi burada da çeşitler küçük farklılıklarla benzer reaksiyon verdiği için 3 çeşidin ortalaması üzerinden, sıcaklık değerleri yukarıda verilen çoklu regresyon denkleminde ilave edilmek istendiğinde, program daha yüksek korelasyon veren Mart değerlerini aldıktan sonra Kasım değerlerini denkleme dahil etmemiştir. İnisiyatif kullanmak suretiyle önce Kasım ayı sıcaklık değerleri denkleme sokulduğunda, bu kez de Mart ayı sıcaklıkları denklemin determinasyon katsayısını geliştirmemiştir. Bunun anlamı, bu 2 ayın sıcaklık değerleri birbirine alternatif oluşturmuş, buğdayın erken gelişmesi için Kasım sıcaklıkları yeterli olduğunda, Mart ayı sıcaklıkları önemini büyük ölçüde yitirmiş, buna karşılık, Kasım ayının soğuk geçtiği yıllarda Mart ayı sıcaklıkları önemli olmuştur. Bu arada, her 2 ayın sıcaklık değerleriyle çalışırken de buğdayın gelişme yapabilmesi için alt sınır olarak kabul edilen 4°C'nin üzerindeki sıcaklıklar üzerinden denklem yazılmış, yani 0 ve 4 dereceler arası aynı kabul edilmiştir. Elde olunan denklem aşağıda verilmiştir:

$$\text{DANE VERİMİ (kg/da)} = 184 + 1,18 \times (\text{SONBAHAR YAĞIŞI (mm)} - 24) + 1,18 \times (\text{İLKBAHAR YAĞIŞI (mm)} - 65) + 14,7 \times (\text{MART ORTALAMA SICAKLIĞI } ^\circ\text{C} - 4) \quad (R^2 = 0,59^{**}, n=17)$$

Yukarıdaki denklemden hesaplanan tahmini verim değerleri Çizelge 3'de sunulmuştur. Bu 17 deneme boyunca elde olunan en düşük ve ortalama Ekim-Kasım yağışları toplamı sırasıyla 24 ve 71 mm, en düşük ve ortalama Nisan-Haziran yağışları toplamı 65 ve 111 mm olduğundan, bu sınırlar arası için verim beklentileri sunulmuş, Mart ayı sıcaklık ortalamaları ise, buğdayın gelişme yapması beklenmeyen 0-4 °C arası 0 kabul edilerek, 4°C ile, denemelerde elde olunan en üst değer olan 9,2 °C'nin bu değerle orta noktası olan 6,6 °C arası için yapılmıştır.

Çizelge 3. Sonbahar (Ekim + Kasım) ve ilkbahar (Nisan + Mayıs + Haziran) yağışları ile Mart ayı sıcaklık ortalamalarından çoklu regresyon denklemleri aracılığıyla hesaplanan verim değerleri.

Ekim + Kasım Yağışı (mm)	Mart Ayı Sıcaklık Ortalaması 0-4 °C		Mart Ayı Sıcaklık Ortalaması 6,6 °C	
	İlkbahar Yağışı 65 mm	İlkbahar Yağışı 111 mm	İlkbahar Yağışı 65 mm	İlkbahar Yağışı 111 mm
24	184	238	222	276
71	239	293	277	332

Bu çalışmanın amacı kuraklık ve onunla bağlantılı olarak yüksek veya (bu örnekte olduğu gibi) düşük sıcaklıkların mevsim normallerine oranla verimde neden olması beklenen düşmeleri değerlendirmek olduğundan, yukarıdaki çizelgede denemelerde elde olunan en yüksek değerler verilmemiştir. Bir cümleyle özetlemek gerekirse, bu denemelerde alınan en yüksek Ekim + Kasım yağışı 172 mm, en yüksek Nisan + Mayıs + Haziran yağışı 166 mm, en yüksek Mart ayı sıcaklık ortalaması ise 9,2 °C olmuş, ve regresyon denklemleri bu değerlerin karşılığını 554 kg / da olarak hesaplamıştır. Gerçekten de bu denemelerde 3 çeşidin ortalaması olarak elde olunan en yüksek verim 522 kg / da olmuş ve yaklaşık bir değer vermiştir.

Amaç değişik stres koşullarının verim üzerine etkilerini değerlendirmek olduğundan, denkleme giren 3 faktör, kronolojik anlamda oluşma sırasına göre ele alınarak neden oldukları verim kayıpları hesaplandığında şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Ekim + Kasım yağışları toplamının, tüm denemelerin ortalaması olan 71 mm' den, denemelerde elde olunan en düşük değer olan 24 mm' ye düşmesi, 332 kg /da' lık verimi 276 kg / da' a düşürerek % 17,0 düzeyinde verim kaybına neden olmuştur. Bu sonbahar kuraklığına ek olarak, Mart ayı ortalama sıcaklığının, buğdayın gelişmesine

izin vermeyecek şekilde 4 °C' nin altına düşmesi zararı daha da arttırarak verimi 238 kg / da' a düşürürken, kümülatif verim kaybını da % 28,3' e çıkarmıştır. Bunlara ilaveten, Nisan + Mayıs + Haziran yağışları toplamının da denemeler ortalaması olan 111 mm' den 65 mm' ye düşmesi verimi 184 kg /da' a kadar düşürerek toplam verim kaybını % 44,5' a çıkarmıştır. Buna karşılık, telafi olanakları hesaplandığında şu sonuca ulaşılmıştır: Sonbahar kuraklığının neden olduğu % 17,0 verim kaybı durumunda, Mart ayı sıcaklık ortalamasının bu denemelerde elde olunan en yüksek değer olan 9,2 °C' yi bulması halinde, beklenen verimi (ilkbahar yağışları mevsim normali olduğu taktirde) 314 kg/da'a çıkararak, sonbahar kuraklığının neden olduğu bu verim kaybını % 5,4 gibi bir düzeye indirmektedir. Buna karşılık, sonbahar kuraklığıyla, düşük Mart sıcaklığının neden olduğu kümülatif kayıp olan % 28,3 verim kaybı, ilkbahar yağışlarının bu denemede elde olunan en yüksek değer olan 166 mm'yi bulması halinde, büyük ölçüde telafi olmakta ve verim 303 kg/da'a yükselerek toplam verim kaybı % 8,7'ye düşmektedir. Bunlar umut verici değerler olmakla birlikte, 8 yılda ve toplam 17 çevrede elde olunan en yüksek değerler üzerinden telafi hesabı yapıldığı da unutulmamalıdır. Dolayısıyla, erken gelişmedeki gerilemenin telafi edilebilmesi, daha sonraki iklim gelişmelerinin çok iyi olmasıyla ancak mümkün görünmektedir.

Doğallıkla her çalışma ve ondan elde olunan sonuçların yorumu, o çalışmanın yapıldığı yer ve yılların temsil ettiği ekolojik koşullar için geçerlidir. Örneğin, bu çalışmada verimle önemli düzeyde korelasyon vermeyen geç dönem sıcaklık değerleriyle, yine bu denemelerde ele alınmayan bu dönemlerdeki nispi nem durumlarının aslında duruma göre ne kadar önemli olabileceği tecrübelerle bilinmektedir. 1988-1989 yılında Orta Anadolu' da neredeyse % 50' lere yaklaşan buğday verim kayıpları, sadece Nisan ve Mayıs kuraklığından değil, bu 2 ayda mevsim normallerinin çok üzerindeki sıcaklık ve çok düşük nispi nem düzeylerinin neden olduğu yüksek evaporatif talepten de kaynaklanmıştır. Bu 17 denemede verimle önemli korelasyon vermeyen Haziran ayı sıcaklık ortalamaları, verim unsurlarının da değerlendirildiği 9 denemede bindane ağırlığını önemli ölçüde etkilemiş ve artan sıcaklık dane ağırlığını (genotiplere göre % 8,5 ile 22 arasında) düşürmüştür. Verim unsurlarıyla ilgili bölümde bu konu işlenecektir. Benim burada amacım, her türlü durum için geçerli hükümler çıkarmak değil, üzerinde zaten çok tartışılan geç dönem kuraklığına ek olarak sonbahar kuraklığının ve erken ilkbahar sıcaklık gelişmelerinin de önemini vurgulamaktır. Kaldı ki erken gelişmenin bu etkileri sadece iklim koşulları açısından değil, yetiştirme tekniği açısından da önem taşımaktadır. Değişik nedenlerle geç ekim yapıldığında meydana gelen zayıf erken gelişmenin ne kadar büyük verim kayıplarına neden olabileceği çok sayıda araştırmayla gösterilmiştir ve bu konuya ilgili bölümde yine dönülecektir.

Yukarıda verilen iki denklem karşılaştırıldığında dikkati çeken bir nokta da, Mart sıcaklığının yer almadığı ilk denklemde, sonbahar kuraklığının neden olduğu verim kaybı mm başına 1,57 kg/da olurken, Mart sıcaklık değerlerinin de denkleme girmesiyle bu kaybın 1,18 kg/da'a düştüğünün görülmesidir. Dolayısıyla, sonbahar yağışlarının verim üzerine etkisi değerlendirilirken bunun mutlaka Mart (ve/veya Kasım) ayı sıcaklıklarıyla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Daha önce sözünü ettiğim yayınında (Kıraç, 1937), Numan Kıraç ta erken gelişmenin önemine değinmiş, özellikle sonbahar kuraklığı, aşırı soğuklar, geç ekim ya da başka nedenlerle buğday kışa zayıf girdiğinde, erken ilkbahar sıcaklık değerlerinin önemli olduğunu, buğdayın kardeşlenmesini iyi yapabilmesi ve ayrıca kurak bölgelerde önemli olan toprak yüzeyini evaporatif kayıplara karşı kapatabilmesi için erken ilkbahar sıcaklık değerlerinin buğdayın gelişmesine izin verecek düzeyde olmasının önemini vurgulamıştır. Bizim sonuçlarımız da bunu doğrulamaktadır. Ancak, yukarıda verilen denklemde determinasyon katsayısının 0.59 olması, verimdeki toplam varyasyonun yaklaşık üçte ikisini açıklayabildiğini, üçte birininse denklemde yer almayan faktörlerle ilgili olduğunu göstermektedir. Bunda deneme yerlerinin tarla profil derinlikleri ve ekim nöbetiyle ilgili olarak buğdayın ekim anındaki toprak nemi arasındaki farklılıklar söz konusu olduğu gibi, denklemde yer alan faktörlerin etkinliklerinde görülen sapmalar da rol oynamış olabilir. Nitekim, bu bölümün yayına hazırlandığı 2013-2014 ekim yılı Mart ayında sıcaklıklar yükselmeye başlamış olmakla birlikte, kıştan beri süren kuraklığın bazı bölgelerde hala devam ediyor olması düşündürücüdür. Bu durumda, Mart ayı sıcaklık yükselişinin belirtilen olumlu etkiyi yapıp yapamayacağı zaman içinde görülecektir. Determinasyon katsayısının yeterince yüksek olmamasının bir başka nedeni ise, yağışların aylık toplamlar üzerinden değerlendirilmiş olmasıdır. Oysa bir defada düşen yağış ta etkinlik yönünden önemlidir. Bu denemelerde elde olunan en düşük sonbahar yağış değeri olan 24 mm, zamanında yapılan bir ekimin ardından bir defada düşüp toprak nemiyle birleşebildiği taktirde, buğday bu kadar nemle bile sağlıklı bir erken gelişme yapabilir. Buna karşılık, her biri 3-5 mm'lik geçici yağışlar, hava sıcaklığıyla da bağlantılı olarak, çıkışı bile sağlayamayabilir.

Uluslararası alanda, buğdayın hangi gelişme döneminde su ihtiyacının karşılanması en kritik konu olduğuna ilişkin çalışmalar yapılmış ve görüşler belirtilmiştir. Örneğin Fischer (1985) ve Kirby (1988), en kritik dönemin tozlanmadan birkaç hafta öncesine tekabül eden sap uzama dönemi olduğunu, fertil çiçeklerin bu dönemde belirlendiğini, dolayısıyla bu dönemdeki kuraklığın verim üzerine en büyük etkiyi yaptığını belirtmişlerdir. Bu görüş genelde yaygın kabul görmekle birlikte, özellikle Akdeniz tipi iklim bölgelerinde erken gelişmenin önemi ve bunun kurak koşullara uyumlulukla ilişkisi üzerine de çok sayıda araştırma sonucu yayınlanmıştır. Örneğin, Avustralya’da yağmur korunağı aracılığıyla yapılan bir çalışmada da, erken dönem kuraklıklarının toplam yaprak ve fertil kardeş sayısını azaltarak verim düşmesine neden olduğu, geç dönemde gelen yağışların bunu ancak kısmen telafi edebildiği görülmüştür (Armstrong vd, 1996). Aynı şekilde, French ve Schultz (1984), Akdeniz tipi iklim bölgelerinde tozlanma öncesi dönemdeki yağışların birim alandaki dane sayısı ve dolayısıyla verim üzerine en etkili yağışlar olduğunu belirtmiştir. Türkiye’de de Erzurum’da yapılan bir çalışmada, çiçeklenme öncesi kuraklığın birim alanda dane sayısını azaltarak, çiçeklenme sonrası kuraklığa oranla daha fazla verim düşüklüğüne neden olduğu belirlenmiştir (Öztürk, 1999). Fenolojik gelişme tabiatının kurak koşullara uyumlulukla ilişkisinin irdeleneceği ileriki bölümlerde bu konudan daha geniş şekilde söz edilecektir.

DEPOLANMIŞ SUYUN VE TOPRAK SU DEPOLAMA KAPASİTESİNİN BUĞDAY VERİMİYLE İLİŞKİSİ

Buğdayın su ilişkileri dendiğinde genellikle yağışla olan ilişkisi düşünülmektedir. Oysa ekim anında toprak profilinde bulunan su da yağış kadar önemli olmaktadır. Özellikle buğdayın yetiştirildiği yılda önemli düzeyde bir kuraklık yaşandığında, depolanmış suyun önemi daha da artmaktadır. Zaten bu nedenle, binlerce yıldır tarım yapılan bu topraklarda nadas yapma geleneği yerleşmiştir. İyi yağış alan yıllarda etkisi çok fazla olmayabilecek olan nadasla su biriktirme olayı, yukarıda da belirttiğimiz gibi, kuraklık halinde çok önemli olduğundan, bir istikrar unsuru olarak düşünülebilir. Uzun süreli nadas işlemlerinin işlevi ülkemizde de yapılan çok sayıda araştırmayla iyi bilindiği gibi, yurt dışında da benzer ekolojiye sahip bölgelerde iyi bilinmekte, nadasın işlevinin toprakta nem ve besin maddesi biriktirme yanında, yabancı otlara ve kök hastalıklarına karşı bir önlem olduğu ifade edilmektedir (French, 1978).

Buğdayın ekim anında toprak profilinde bulunan nem miktarı üzerine, ekim nöbeti yanında, toprağın su tutma kapasitesini etkileyen unsurlar ve özellikle de toplam su depolama kapasitesini belirlemede çok önemli olan toprak profil derinliği büyük etki yapmaktadır. Ülkemizde araştırmaların ilk başlatıldığı 1920’ lerin sonlarında bu gerçeğin ışığında denemelerin çoğu taban (derin profil) ve kır (yüzlek profil) olmak üzere iki ayrı seride yürütülerek ayrı ayrı yorumlanmıştır. 1970’li yılların sonlarında, merkezi Suriye’ de bulunan ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) çalışmalarının da başlangıçta bu şekilde profil derinliklerini göz önünde bulunduran bir çalışma bölgesi ayrımına göre planlandığı görülmüştür. Halihazırda ICARDA’ daki durum benim tarafımdan bilinmemekle birlikte, Türkiye’ de bu yaklaşım ne yazık ki zamanla değişik nedenlerle terkedilmiştir. Bu nedenlerin en başında gelen de işin zorluğu olmaktadır. Geçmişte bu konuda Köy Hizmetleri kuruluşları tarafından geliştirilen toprak haritalarından yararlanmaya çalışılmış, ancak bu haritaların genellikle nispeten geniş alanları gösterdiği, oysa profil derinliğinin, eğimlerin sık değiştiği Orta Anadolu bölgesinde çok kısa mesafelerde bile değişebildiği görüldüğünden bundan yararlanılamamıştır. Bu durumda, ayrımı yapabilmek amacıyla, aynı yağış bölgesinde, diğer toprak özellikleri benzer ve sadece profil derinlikleri farklı tarlalar bulabilmek için profil çukurları kazmak gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bu da, az sayıda yerde kurulan konuya özel çalışmalar dışında, zor olduğundan bu yaklaşım terkedilmiştir.

1980’li yıllarda, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ nün Eskişehir’ deki ana istasyonu, Hamidiye’ deki alt istasyonunda alınan buğday verimleri arasındaki farklılığın, sadece yağış farkıyla açıklanamayacak kadar büyük olduğu görüldüğünden, 2 yıl süreyle bu 2 alanda, 14 aylık nadas süresi sonunda ve buğdayın ekim anında toprak profilindeki nem durumları incelenmiştir. Sarısu ve Porsuk çaylarının millerinden oluşan derin profil alluvial toprak yapısına sahip Eskişehir’ de bu 2 yıldaki nadas etkinlikleri % 28 ve 30 olarak belirlenirken, 90-100 cm’ de burğu işlemeyen sert kist tabakasına rastlandığı için profil derinliği o kadar kabul edilen Hamidiye’ de ise nadas etkinlikleri, aynı yıllarda, % 8 ve 10 olarak belirlenmiştir. Bunda doğallıkla, Eskişehir’deki tarlaların 120 cm’den çok daha derin profile sahip olmasının da rolü vardır. Bu hesaplamada, örneklenen tarlaların bitişindeki anız tarlalarla olan 120 cm toprak profili (Hamidiye’ de 90 cm) içindeki nem farkı, 14 aylık nadas süresince düşen toplam yağışın yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Yıllık yağışı 200 ile 400 mm arasında değişen, ancak genellikle 300-350 mm civarında olan bu alanlarda, ortalama bir değer olarak 300 mm alındığında, belirtilen nadas etkinlikleri, Eskişehir için 87 mm, Hamidiye içinse 27 mm birikmiş suya karşılık olmaktadır. Yağış farklarının açıklayamadığı verim

farkları işte bu birikmiş suyla açıklanabilir. Nitekim, iyi yağış alan 1983-1984 ekim yılında Eskişehir ve Hamidiye arazilerinde alınan verimler ve mevsimlik yağış toplamaları, geçmiş yıllar ortalamalarıyla karşılaştırıldığında bu durum açıkça görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. Eskişehir ve Hamidiye enstitü arazilerinde 1983-1984 ekim yılında alınan verimlerin ve mevsimlik yağışların önceki yıllar ortalamalarıyla karşılaştırması.

	Eskişehir		Hamidiye	
	Ortalama	1983-1984	Ortalama	1983-1984
Mevsimlik Yağış (Ekim-Haziran, mm)	257	412	278	325
Dane Verimi (kg da ⁻¹)	351	473	230	397

Çizelge 4’de görüldüğü gibi, Eskişehir’de önceki yıllara göre yağıştaki artış daha fazla olduğu halde, Hamidiye’de verim artışı daha fazla olmuştur. Zaten konumuz kuraklık olduğuna göre, olayı tersinden değerlendirmek anlaşılmasını kolaylaştıracaktır. Geçmiş yıllar ortalaması olarak Eskişehir yağışı, 1983-1984’e oranla 155 mm daha az olurken, bu eksiklik verimde 122 kg/da, yani % 25,8 kayba neden olmuştur. Oysa Hamidiye’de yağıştaki 47 mm azalmanın neden olduğu verim kaybı 167 kg/da, yani % 42,1 düzeyiyle Eskişehir’dekinden çok daha fazla olmuştur. Bu durum, profildeki birikmiş suyun ve/veya profilin su depolama kapasitesinin kuraklık zararını azaltıcı etkisini göstermektedir. ABD’nin Oregon eyaletindeki yarıkurak bölgede yapılan bir değerlendirme de, normal yağışlı yıllarda toprak derinliğinin buğday verimini etkilemediğini, normalden düşük yağışlı yıllarda ise, yüzlek tarlaların % 10-20 daha az verim verdiğini göstermiştir (Rasmussen, 1991). Yine aynı bölgede yapılan bir başka değerlendirme de, mevsimlik yağış 300 mm’nin altında olduğunda derin profilli topraklarda verimin yaklaşık 100 kg/da daha fazla olduğunu, ancak yağış 400 mm’yi geçtiğinde toprak derinliğinin etkisinin kalmadığını göstermiştir (Camara vd., 2003).

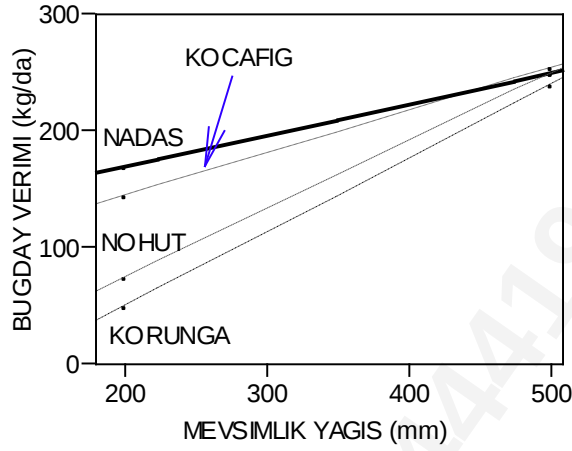
Toprağın derinliklerinde bulunan suya ulaşılması halinde bunun çok büyük verim artışları sağlayacağı, yurt dışında başka araştırmacılarca da ifade edilmiştir. Avustralya’da yapılan bir çalışmada, dane doldurma dönemi başlangıcında bitkinin, toprak profilinin 1,35-1,85 m derinlikleri arasından kullandığı her bir mm fazla suyun 5.9 kg/da verim artışı sağladığı belirtilmiştir (Kierkegaard vd., 2007). Ancak bu yüksek düzeydeki etkinliğin, bitkinin dane doldurma sırasında kullandığı su için geçerli olduğu, gelişme döneminin geneline yansıtıldığında, bu etkinliğin, söz konusu derinlikteki her 1 mm suya karşılık 3-4 kg/da olduğu ifade edilmiştir. Dane doldurma sırasındaki etkinliğin çok daha fazla olması, hem derinlikteki suyun evaporatif kayıplardan korunduğu için doğrudan transpirasyon yoluyla bitki tarafından kullanılmasıyla, hem de bu dönemde oluşan asimilatların doğrudan daneye taşınmasıyla alakalı görülmektedir (Angus and van Herwaarden, 2001). Nitekim, yine Avustralya’da, generatif dönem başlangıcında değil de, ekim anında toprakta bulunan birikmiş suyun etkisine bakıldığında, her bir mm’ sinin 1.8 kg/da verim artışı sağladığının görüldüğü belirtilmiştir (Kierkegaard vd., 2001). Birikmiş suyun bu etkinliği, ABD’ nin Teksas eyaletinde yapılan bir değerlendirmede de görülmüş, 178 çevreden alınan verimlerle, mevsimlik yağış ve ekim anında toprakta bulunan birikmiş suyun ilişkileri incelendiğinde, toplam evapotranspiratif tüketimin (yağış + birikmiş su) her 1 mm’ si verimde 1,22 kg/da artış sağlarken, birikmiş suyun her 1 mm’ sinin verimde 1.57 kg/da artış sağladığı görülmüştür (Musick vd., 1994). Avustralya’da azotlu gübre tavsiyelerinde kullanılmak üzere verim tahmini yapılırken, bunun salt mevsimlik yağış üzerinden yapılmasının yeterli olmadığı, topraktaki bitkiye yarayışlı suyun da değerlendirmeye katılması halinde en gerçekçi tahminlerin yapılabileceği sonucuna varılmıştır (Oliver vd., 2006).

Ayrıca, dünyada ekim dönemindeki yağışa değil, sadece birikmiş suya dayalı tarım yapılan bölgeler bulunmaktadır (Richards, 1991). Ancak, yukarıda da belirtildiği gibi, nadas dönemi süresince düşen yağışın ne kadarının toprakta biriktirebileceği, toprak su depolama kapasitesini belirlemesi dolayısıyla profil derinliğiyle birlikte, yağışların alındığı dönem ve yer itibarıyla hava sıcaklıkları ve bunun neden olduğu buharlaşma kayıpları, yağışların toprağa işleme derecesini belirleyen infiltrasyon düzeyi gibi faktörler tarafından etkilenmektedir. Örneğin, Orta Anadolu’ da sık rastlanan bir sorun olarak, ilk sürümü zamanında yapılmamış tarlalarda diskli aletlerin çok kullanılması sonucu oluşan masif yapı (toprak sıkışması) ve bunun sonucunda organik madde noksanlıklarının da katkısıyla oluşan strüktür bozulmaları nedeniyle infiltrasyon oranları düşmekte, derinlere inemeyip toprak yüzeyine yakın tutulan nemin de evaporatif kayıplara daha açık olması sonucunda nadas etkinlikleri yeterli düzeyde olmayabilmektedir. Yine nadas etkinliğiyle ilgili olarak, Güler vd (1981), profil derinliği sadece 60 cm olan yüzlek bir tarlada, nadas etkinliğinin düşüklüğü nedeniyle 218 mm yağış koşullarında bile nadasın terk edilebileceğini, oysa 120 cm profil derinliğine sahip bir tarlada bunun ancak 410 mm’ nin üzerindeki yağış koşullarında mümkün olacağını hesaplamışlardır. Aynı şekilde, Yeşilsoy (1981) 90 cm’ den daha yüzlek profile sahip tarlalarda nadasın işlevsiz

olduğunu ve terk edilebileceğini belirtmiştir. Aktan (1981) ise Güneydoğu Anadolu bölgesinde yürüttüğü çalışmalar sonucunda, yüksek sıcaklığın neden olduğu evaporatif kayıplar ve yine genelde yüzlek olan profil derinlikleri nedeniyle bu bölgede nadas etkinliklerinin düşük ve istikrarsız olduğunu ve terk edilebileceğini açıklamıştır. Bu bilgilerin ışığında, 1982 yılında başlatılan Nadas Alanlarını Değerlendirme ülkesel projesinin uygulama alanı sınırı olarak 450 mm yağış düzeyi belirlenmiş, bu düzeyin altında yağış alan Orta Anadolu bölgesi proje kapsamı dışında bırakılırken, daha yüksek yağış alan Orta Anadolu'nun Batı ve Kuzey geçit bölgeleri ile, sıcaklık ve düşük nadas etkinliği nedeniyle Güneydoğu Anadolu bölgesi proje bölgeleri olarak belirlenmiştir. Doğrudan doğruya nadas etkinliği üzerine yapılan bu hesaplamalardan sonra, Avçin ve Avcı (1993) bunu ekim nöbetine girecek bitkiler üzerinden değerlendirdiklerinde, yeşil ota biçilen kışlık fiğ, nohut ve yazlık mercimek üretimlerinin nadasın yerini alabilmeleri için minimum yağış düzeyleri olarak sırasıyla 360, 410 ve 420 mm değerlerini hesaplamışlar, üst üste buğday üretimi içinse bundan çok daha yüksek yağış gerektiği sonucuna varmışlardır.

Ekim anında toprak profilinde bulunan suyun önemi böylece özetlendikten sonra, toprak özellikleri dışında bu suyun miktarına etkili olan faktörlerin de incelenmesi gerekmektedir. Bunların başında ise nadas yapılıp yapılmadığı, yapıldıysa ne şekilde yapıldığı, yapılmadıysa hangi münavebe bitkilerinin ne amaçla yetiştirildiği ve su tüketimlerinin ne olduğu konuları gelmektedir. Yine araştırmaların ilk yıllarına dönersek, bu dönemde cevabı aranan 3 temel soru vardır: 1) Çiftçilerin geleneksel olarak uyguladıkları nadas sürecine gerçekten gerek var mıdır? 2) Nadas gerekliyse en uygun şekilde nasıl yapılmalıdır? 3) Nadas kaldırılacaksa ekim nöbetine girecek en uygun bitki türleri hangileridir?

Bunlardan, değişik ekim nöbetlerinin nadas-buğday sistemiyle karşılaştırıldığı denemeler, Numan Kırac tarafından yürütülen ilki 1932-1950, Rifat Gerek denetiminde yürütülen ikincisi 1953-1964 yılları arasında olmak üzere toplam 30 yıl sürdürülmüş ve sonuçları Rifat Gerek tarafından toplu olarak değerlendirilmiştir (Gerek, 1967). Çok sayıda bitki türünün 2, 3 veya 4 yıllık nadaslı ve nadassız ekim nöbetlerinde denendiği bu çalışmaların sonuçları yukarıda belirtilen yayında ve daha sonraki dönemde özetlenmiş haliyle bir başka yayında (Kalaycı, 1981) görülebilir. Bu yayının konusu buğday su ilişkileri olduğundan, sonuçlar yalnız bu açıdan ele alınacaktır. Sözü edilen bu uzun soluklu denemelerde elde edilen sonuçların en önemlisi, o yılların sürekli tartışılan konusu olan, nadasın asıl işlevinin nem mi yoksa inorganik azot biriktirmek mi olduğu sorusuna ilk yanıtları vermiş olmasıdır. Nitekim, 2 yıllık ekim nöbetleri arasında nohut, kocafig gibi tek yıllık baklagillerin en uygun sonucu verdikleri, kendilerinden sonra gelen buğdayın verimi üzerine, nadas-buğday sistemine oranla, en az zararı bunların verdiği ortaya çıkarken, kocafigin hem o yıllarda Orta Anadolu'da günlük ekilebilen tek baklagil olması nedeniyle kendi veriminin yıllar arasındaki istikrarlılığı, hem de yeşil ota biçildiği için daha az su tüketiyor olması nedeniyle buğday verimi açısından en uygun ekim nöbeti bitkisi olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçların doğrudan doğruya su tüketimiyle ilgili olduğu daha sonra, bu bitkilerden ve nadastan sonra ekilen buğdayın verimleriyle, buğdayın yetiştirildiği dönemde düşen yağış karşılaştırılarak gösterilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Değişik ekim nöbetlerinde ekilen buğday veriminin yağışla ilişkisi (Kalaycı, 1981; veriler Gerek (1967) den alınmıştır).

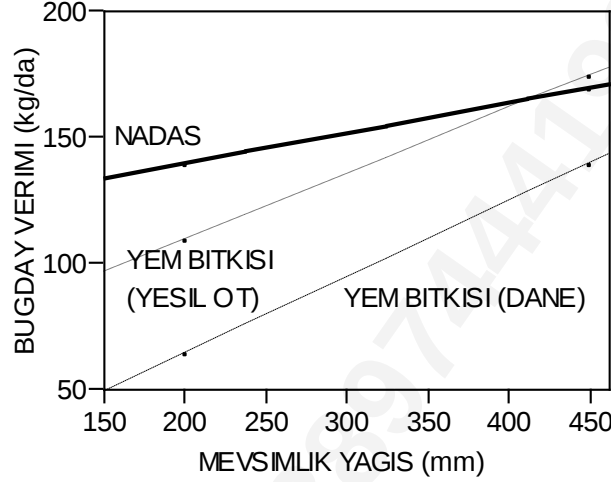
Görüldüğü gibi, buğdayın yeterli yağış almadığı yıllarda büyük verim farkı oluşturan nadasın bu etkisi yüksek yağış aldığı dönemlerde o kadar fazla olmamış, 450-500 mm yağış düzeyinde ise hemen hemen tamamen ortadan kalkmıştır. Bu da nadasın bir istikrar unsuru olduğu şeklindeki ilk ifademizi doğrulamaktadır. Bitki türleri arasında, kendisinden sonra gelen buğday verimi açısından en iyi sonucu veren kocafiginse büyük ölçüde su tüketiminin azlığı ve özellikle de yeşil ota biçilmesi nedeniyle bu sonucu verdiği düşünülmektedir. Yine de, baklagil yem bitkilerinin değişik amaçla yetiştirilmelerinin kendisinden sonra gelen buğday verimine etkilerini incelemek amacıyla Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Hamidiye alt istasyonunda Turgut Çetinel ve arkadaşları tarafından 1965-1968 yılları arasında 4 yıl süreli bir araştırma yürütülmüş ve bu çalışma sonuçları da daha sonra bir başka yayında özetlenmiştir (Kalaycı, 1981). Bu çalışmada, kocafig-buğday, tüylü fiğ-buğday ve yem bezelyesi-buğday ekim nöbetleri nadas-buğday sistemiyle karşılaştırılırken, bir yandan da yem bitkisinin ota biçildiği, yeşil gömme yapıldığı ve daneye bırakıldığı durumların buğday verimine etkileri incelenmiştir. Yem bitkilerinin kendi aralarındaki fark önemli bulunmadığından, 3 türün ortalaması olarak buğday dane verimlerine yaptıkları etki, nadas-buğday sistemiyle karşılaştırmalı olarak Çizelge 5' de verilmiştir.

Çizelge 5. Ekim nöbetinde değişik şekillerde değerlendirilen yem bitkilerinin kendilerinden sonra gelen buğday verimine etkisi.

Yem Bitkisinin Değerlendirilme Şekli	Buğday Dane Verimi (kg / da)				
	1965	1966	1967	1968	ORTALAMA
(Nadas-buğday) (Kontrol)	168	209	144	135	164
Yeşil ot biçimi	157	219	125	140	160
Yeşil gömme	156	176	139	123	149
Dane için Kontrol	131	154	70	119	119
Yıllık Yağış (mm)	335	445	239	427	

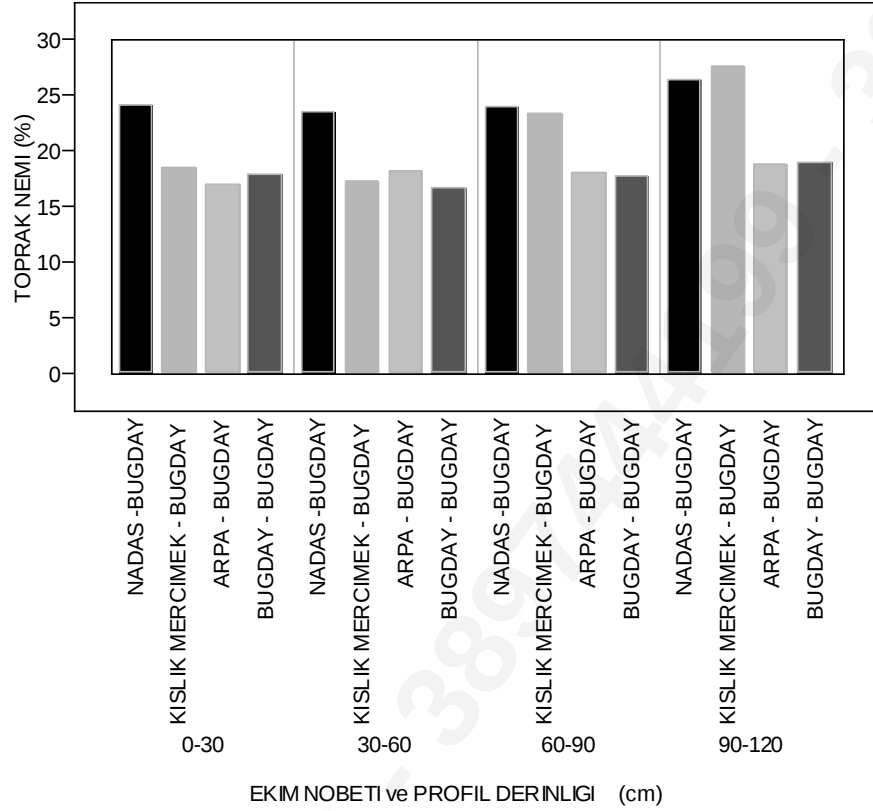
Çizelge 5' de görüldüğü gibi, yeşil ot biçimi halinde yem bitkisi üretimi kendisinden sonra gelen buğdayın verimini çok az (ve o da bazı yıllarda) etkilerken, daneye bırakılması halinde bu etki en fazla olmaktadır ki bu da ancak su tüketimleri arasındaki farkla açıklanabilir. Nitekim en büyük verim düşüşü, buğdayın gelişme döneminde sadece 239 mm yağış aldığı kurak 1967 yılında görülürken, sırasıyla 445 ve 427 mm yağış alan 1966 ve 1968 yıllarında bu etki çok daha az olmuş, 355 mm yağış alan 1965 yılı ise bu 2 grubun arasında yer almıştır. Bu durumu daha iyi

açıklayabilmek için, yağışla önemli korelasyon vermeyen yeşil gömme dışındaki değerlendirme biçimlerinin buğday verimine etkisinin yağışla ilişkisi Şekil 2’ de grafik olarak gösterilmiştir. Bu grafikteki farklılıklar, ekim nöbetinde yetiştirilen bitkinin kendisinden sonra gelen buğday verimine etkisinin su tüketimi nedeniyle olduğunu açıkça göstermektedir.



Şekil 2: Ekim nöbetindeki yem bitkisinin değerlendirme şekline göre, kendisinden sonra gelen buğday verimine etkisinin, buğdayın aldığı yağışla ilişkisi.

1980 yılında, Eskişehir’ de değişik bitkilerin kendilerinden sonra gelen buğdaya bıraktıkları nemin, nadas-buğday sistemine göre farklılıkları araştırılmış, kışlık mercimek, arpa ve buğday hasat edilen parsellerle, nadas yapılan parsellerin, buğday ekimi öncesinde 120 cm profil derinliğindeki su kapsamı ölçülerek, değişik bitkilerin nadasa oranla su eksiltme miktarları hesaplanmıştır. Bu çalışma, kışlık mercimeğin 40 mm ile en az, arpa ve buğdayınsa sırasıyla 94 ve 97 mm ile çok daha fazla su eksilttiklerini göstermiştir. Ayrıca, değişik türlerin su tüketim derinlikleri arasında da farklılıklar görülmüş ve bu durum Şekil 3’te grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3: Değişik ekim nöbetlerinde, buğdayın ekim anında profilin farklı derinliklerindeki nem kapsamı.

Şekil 3'te görülen durum, bu ekim nöbetlerinde kışlık mercimekten sonra ekilen buğdayın arpa ve buğdaydan sonra ekilen buğdaya oranla neden daha fazla verim verdiğini açıklamaktadır. Profilin üst 60 cm derinliğinden su kullanımı arpa ve buğdayınkinden çok farklı olmayan kışlık mercimek, arpa ve buğday 60-120 cm arasındaki derinliklerde de nem kapsamını büyük ölçüde azaltırken, bu derinliklerde nadas parsellerine yakın değerler vermiş ve bir tür yarı nadas işlevi görerek diğer ekim nöbetlerinden daha iyi verim alınmasını sağlamıştır.

İzleyen yıllarda bu çalışma farklı türleri içine alarak yinelenmiş ve benzer sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmada da, nohut, yazlık mercimek, aspir ve buğday hasat edilen parsellerin 120 cm profil derinliğinde nadasa oranla sırasıyla 32, 37, 84 ve 89 mm daha az su bulundurdıkları görülmüştür. Bu değerler, daha sonra yapılan ekim nöbeti çalışmalarında, tek yıllık baklagillerin neden üst üste buğday ekilişine veya aspir gibi çok su tüketen türlere oranla daha iyi sonuç verdiklerini açıklamaktadır. Ankara'da Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen çalışmalarda da yine aynı şekilde ota biçilen kışlık Macar fiği ve nohut, kışlık mercimek gibi tek yıllık dane baklagillerin en uygun sonuçları vermesi (Karaca vd., 1991; Avçin ve Avcı, 1993) bu sonuçların Orta Anadolu bölgesini temsil edebileceğini göstermektedir.

Başlangıçta, nadasın asıl işlevinin nem değil inorganik azot biriktirmek olduğu iddialarının doğruluk derecesini araştırmak üzere de çalışmalar yapılmıştır. İlk olarak Eskişehir'de yürütülen 8 yıllık bir çalışmanın (Gerek, 1965) sonucunda, anıza buğday ekildiğinde farklı düzeyde azotlu gübreye alınan verim sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgedeki değerler hem anıza ekilen buğdayın verimlerinin ne kadar düşük olduğunu, hem de, ve özellikle, yıllar arasındaki büyük dalgalanmayı göstermektedir. Denemenin kurulduğu tarlanın bitişindeki tarlada nadas üzerine ekilen buğdayın verdiği verimin, özellikle kurak yıllarda, yarısından bile daha az verim vermesi, anıza buğday ekiminin Eskişehir koşullarında hiçbir şekilde uygun olmadığını göstermektedir. Her ne kadar, nadasın inorganik azot biriktirme konusundaki işlevi, nadas üzerine ekildiğinde azota karşılık vermesi beklenmeyecek bu kadar küçük verimlerde bile karşılık alınabilmesinden anlaşıyorsa da, bu etkinin nadasın asıl işlevi olan su biriktirme işlevini gölgelemekten çok uzak olduğu da görülmektedir. Uzun yıllar yağış ortalaması 400 mm'nin altında olan Eskişehir'

de böylece olumsuz sonuç veren bu uygulamanın, uzun yıllar yağış ortalaması 450-500 mm olayındaki Batı Geçit Bölgesinde

Çizelge 6. Anıza ekilen buğdayda azotlu gübrelemenin buğday verimine etkisi (Gerek, 1965).

Azot (kg N/da)	Buğday Dane Verimi (kg / da)							
	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
0	20	80	39	69	62	42	32	29
2	39	100	58	89	95	65	57	40
4	52	129	69	101	108	108	67	60
6	49	146	68	101	129	129	69	61

nasıl sonuç vereceği de araştırılmıştır. 1976-1978 yılları arasında Kütahya'nın Aslanapa ve Altıntaş ilçeleriyle, Afyon' un Sandıklı ilçesinde, 3 ekmeklik ve 1 makarnalık olmak üzere 4 buğday çeşidi ve farklı azot miktarı uygulamaları altında, anıza ve nadasa ekilen buğdayın verimlerinin karşılaştırıldığı bu denemeden alınan sonuçlar da, deneme yerlerinin ve çeşitlerin ortalaması olarak Çizelge 7' de özetlenmiştir.

Çizelge 7. Anıza ve nadas üzerine ekilen buğdayda azotlu gübrelemenin buğday verimine etkisi (Kalaycı, 1981).

Azot (kg N/da)	Buğday Dane Verimi (kg / da)					
	1976 - 1977		1977 - 1978		1978 - 1979	
	Nadas	Anız	Nadas	Anız	Nadas	Anız
0	-	36	147	68	115	76
4	-	84	206	136	155	134
8	-	102	323	169	199	175
12	-	100	216	186	184	206

Bölge normallerine yakın bir değer olarak 417 mm yağış alınan 1978-1979 ekim yılında, nadasta ekilene oranla 4 kg / da daha fazla azot kullanılarak benzer verim değerlerine ulaşılmış olsa bile, diğer yıllarda bunun mümkün olmadığı, özellikle yağışın 3 yer ortalaması olarak 326 mm' ye düştüğü 1976-1977 yılında çok düşük düzeylere indiği görülmektedir. Denemenin ilk yılı olması nedeniyle nadasa ekili buğday değerleriyle karşılaştırılmasa da, anıza ekimin Batı Geçit bölgesinde de çok riskli bir yaklaşım olduğu bu düşük verimlerden anlaşılmaktadır. Gerçi Gerek tarafından yapılan çalışmadaki gibi burada da nadasın aynı zamanda toprakta inorganik azot biriktirme yönünden etkili olduğu anlaşılmış ancak yine de nadasın asıl işlevinin toprakta su biriktirmek olduğu açıkça görülmüştür. Bu çalışmanın 1977-1978 yılında, ekim anında nadas yapılmış ve yapılmamış parsellerin 120 cm profil derinliğindeki nem durumları da incelenmiş ve analiz yapılan 2 yerin ortalaması olarak, Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. 1977-1978 ekim yılında, nadas yapılmış ve yapılmamış parsellerdeki nem toplamlarıyla, bu parsellerden olunan dane verimleri.

Profil Derinliği (cm)	Ekim Anında Toprak Nemi*(%)		Nadasa Oranla Fark	
	Nadas	Anız	%	mm
0-30	26,4	22,0	4,4	13,2
30-60	26,9	18,7	8,2	24,6
60-90	26,9	19,6	7,3	21,9
90-120	27,2	20,1	7,1	21,3
			Toplam Eksilme	81,0

*Çizelgedeki nem yüzdeleri volumetrik yüzdelerdir.

Çizelgede görüldüğü gibi, nadas işlemi, 2 yerin ortalaması olarak 120 cm profilde 81 mm su fazlalığı sağlamış ve bu da azotlu gübreyle elde olunan optimal verimler arasında 137 kg/da fark yaratmıştır. Bu fark, birikmiş suyun her 1 mm'sinin verimde 1,69 kg/da fark oluşturduğunu göstermektedir.

Yukarıda açıklandığı şekilde nadasın gerekli ve/veya ekonomik ve pazar kaynaklı nedenlerle zorunlu olduğu durumlarda, toprakta en fazla suyu biriktirmek için yapılacak en uygun nadas işlem ve yöntemleri üzerine de ülkemizde çok sayıda araştırılma yapılmıştır. 1930-1950 yılları arasında Eskişehir’ de, 1970 sonrası yıllarda ise Ankara’ da en yoğun olarak yapılan çalışmalardan elde olunan sonuçlar, genellikle nadaslarda su birikimine en fazla etki eden faktörün ilk sürüm zamanı olduğunu göstermiştir. Numan Kıraç tarafından 1931-1950 yılları arasında kesintisiz olarak sürdürülen denemelerde, en uygun ilk sürüm zamanının erken ilkbaharda Mart ayı olduğu, bunun özellikle derin profilli taban tarlalarda önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Denemelerin ilk 2 yılında incelenen, ilk sürüm zamanında meydana gelen gecikmenin toprakta su birikimi ve Mart nadasına oranla buğday veriminde neden olduğu düşme açısından önemini gösteren veriler Çizelge 9’ da sunulmuştur.

Çizelge 9. Nadaslarda ilk sürüm zamanının ekim anında buğday profilindeki nem miktarı ve bunun sonucu olarak buğday dane verimine etkisi (Kıraç, 1937). (Mart nadası sonucunda elde edilen verim değerleri 100 kabul edilip, diğerleri ona oranla ifade edilmişlerdir).

İlk Sürüm Zamanı	1930 -1931		1931 - 1932	
	Toprak Nemi (mm)	Buğday Dane Verimi (%)	Toprak Nemi (mm)	Buğday Dane Verimi (%)
Mart	225	100,0	147	100,0
Nisan	206	99,5	158	106,5
Mayıs	197	77,0	93	86,5
Haziran	110	44,0	66	52,0

Çizelge 9’ da görüldüğü gibi, ilk sürümün Mart yerine Nisan’ da yapılması o kadar büyük fark yaratmamış, ancak Mayıs ve özellikle de Haziran’ a kadar geciktirilen ilk sürüm toprak profilindeki nem miktarını da, bunun sonucunda buğdayın dane verimini de büyük ölçüde düşürmüştür. İlk sürümün Haziran’ a kadar geciktirilmesi, 1931-1932 ekim döneminde ekim anındaki profil nemini Mart sürümüne oranla % 51,1 oranında düşürürken bu azalma buğday verimine de % 56’ lık bir azalma olarak yansımış, ertesi yıl ise Haziran sürümünün Mart sürümüne oranla neden olduğu nem ve verim kayıpları, sırasıyla, % 55,1 ve % 48 olmuştur. Numan Kıraç yaptığı açıklamalarda (Kıraç, 1937) bu azalmalarda en büyük rolü yabancı ot gelişmesinin oynadığını belirtmiştir.

Daha sonraki yıllarda, özellikle Tarla bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen, yine uzun süreli ve çok sayıda araştırma benzer sonuçları vermiş, erken ilk sürümün ekim anında profilde daha fazla nem ve buğday gelişme döneminde daha az yoğunlukta yabancı ot gelişmesi sağlayarak verimi arttırdığı bulunmuştur (Karaca, 1980; Pala vd., 1980; Durutan vd., 1989). Pala ve arkadaşlarının (Pala vd., 1980) ilk sürüm zamanıyla profilde nem birikimi ve yabancı ot gelişimine ilişkin sonuçları Çizelge 10’ da verilmiştir.

Çizelge 10. Nadaslarda ilk sürüm zamanının ekim anında buğday profilindeki nem miktarı, buğday gelişme dönemindeki yabancı ot yoğunluğu ve bunların sonucu olarak buğdayın dane verimi üzerine etkileri (Pala vd., 1980).

İlk Sürüm Zamanı	Toprak Nemi (mm / 120 cm)	Ot Yoğunluğu (bitki / m ²)	Buğday Dane Verimi (kg / da)
Nisan Ayı İlk Haftası	329	13	274
Mayıs Ayı İlk Haftası	324	22	251
Haziran Ayı İlk Haftası	292	50	187

Görüldüğü gibi, ilk sürümün Nisan’ dan Haziran’ a geciktirilmesi, buğdayın ekim anındaki toprak nemini 37 mm azaltıp, buğday içindeki ot yoğunluğunu neredeyse 4 misline çıkarmış ve bunların sonucunda da buğdayın dane veriminde % 31,8 düzeyinde azalmaya neden olmuştur.

ERKEN GELİŞMENİN ÖNEMİ VE KÜLTÜREL UYGULAMALARIN ERKEN GELİŞME ÜZERİNE ETKİSİ

Başlangıç bölümünde iklim koşulları itibariyle erken gelişmenin öneminden kısaca söz edilmiş, genotipik anlamda kurak koşullara uyumluluk açısından erken gelişmenin önemine de ilgili bölümde değinilecek olduğundan, bu bölümde sadece kültürel uygulamalar itibariyle erken gelişme sağlamanın verim ve kurak koşullara uyumluluk açısından önemi açıklanmaya çalışılacaktır.

Buğdayın erken gelişmesi üzerine, iklim koşulları ve genotipik erken gelişme tabiatı dışında en büyük etkiyi yapan faktör doğallıkla ekim zamanıdır. Ancak optimum ekim zamanları da yine çevre koşulları tarafından belirlendiğinden, ekolojik bölgelere göre farklılık göstermekte, bir bölgenin optimum ekim zamanı bir başka bölge için fazla erken ya da geç ekim anlamına gelebilmektedir. Örneğin, ülkemizde yazlık kuşak olarak adlandırılan sahil yörelerinde (özellikle de daha sıcak olan Akdeniz ve Ege bölgelerinde) ekim kışlık buğday bölgelerine oranla daha geç yapılmaktadır. Buna karşılık Doğu Anadolu bölgesinde, güzden çıkış yapılması istendiğinde, sıcaklıklar daha erken düştüğü için, Orta Anadolu’ dan daha da erken ekim yapmak gerekebilmektedir. Dolayısıyla, bu yayında erken gelişme üzerine yerli ve yabancı referanslar vermenin dışında, sadece kendi çalışma bölgemiz olan Orta Anadolu bölgesinin yağmura dayalı tarım yapılan kesimleri açısından optimum ekim zamanının önemi tartışılacaktır.

Ülkemiz buğday tarımında, özellikle de kurak ve yarı kurak bölgelerde, erken gelişmenin önemi daha 1930’ lu yıllarda vurgulanmaya başlanmış ve Numan Kırac (Kırac, 1937) tarafından şu sözlerle ifade edilmiştir:

*“Nebatın alamadığını güneş alır”
Numan Kırac, 1937.*

Dünya genelinde, yağış ve sıcaklık dağılımı bize benzeyen ve Akdeniz Tipi iklim bölgeleri olarak adlandırılan bölgelerin özellikle kurak kesimlerinde erken gelişmenin önemi üzerine çok sayıda araştırma yapılmış ve sonuçları yayınlanmıştır. Çoğunlukla genotiplerin fenolojik gelişme tabiatları itibariyle bu tür ekolojik bölgelere uyumluluğu açısından ele alınan bu araştırmaların sonuçları, bir çok bakımdan, kültürel uygulamaların oluşturduğu farklılıklar açısından da geçerlidir. Daha çok kurak koşullara uyum sağlama açısından önemli olan bu parametre, özellikle erken gelişme dönemleri yağışlı, geç dönemleri kurak geçmesi beklenen Akdeniz tipi iklim kuşağında bulunan ekolojiler için önem arz etmektedir. Bu gibi çevrelerde, toplam alınabilir suyun % 40’ ına kadar varabilecek oranlarının, topraktan doğrudan evaporasyon yoluyla kaybolabildiği belirtilmektedir (Loss and Siddique, 1994). ICARDA tarafından kurak bölgelerde yapılan değerlendirmeler de, toprak yüzeyinin bitki tarafından kapatılamadığı durumlarda, sıcaklığa da bağlı olarak, toplam evapotranspiratif su tüketiminin % 50’ lere varan kısmının toprak yüzeyinden buharlaşma yoluyla olabileceğini, bu gibi çevrelerde erken bitki örtüsü sağlayarak bitkinin su kullanma etkinliğini arttırabilmek için uygun kültürel yöntemlerin uygulanmasının önemini ortaya koymuştur (Harris vd., 1991; Acevedo vd., 1999). Akdeniz tipi iklim koşullarında buğdayın erken ekiminin toplam evapotranspirasyonu etkilemediği, ancak topraktan evaporasyon yoluyla meydana gelen kayıpları azalttığı (Eastham and Gregory, 2000), erken bitki örtüsünün bu kayıpları en aza indirirken radyasyon alımını ve transpirasyon etkinliğini arttırdığı da ifade edilmektedir (Ludlow and Muchow, 1990). Buharlaşma kayıpları yanında, özellikle ülkemizde de çok bulunan meyilli tarlalarda, erken dönemde toprak yüzeyinin kapatılamaması yüzey akışlarını artırarak erozyon kayıplarını arttırmaktadır ki (Cochran vd., 1970), bunun aynı zamanda infiltrasyon oranını düşürerek bitki adına nem kaybı anlamına da geldiği açıktır. Bunlara ek olarak erken gelişmesi iyi olan bitkilerin yabancı otlarla daha iyi rekabet etmesi de su kullanma etkinliği açısından önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir. Bitkilerin erken dönemde iyi gelişip, toprak yüzeyinden buharlaşma kayıplarının en fazla olduğu erken ilkbaharda toprak yüzeyini bu kayıplara karşı kapatabilmeleri, genotipik özellikler ve iklim koşulları kadar, başta ekim zamanı olmak üzere, kültürel uygulamalardan da etkilenmektedir. Söz konusu genotipik varyasyon olduğunda, bunun her zaman yararlı olmayabileceği, erken gelişmeleri hızlı genotipler çiçeklenme zamanı açısından da belli bir erkencilikle desteklenmediğinde, erken dönemdeki fazla su tüketimi nedeniyle olumsuz sonuçlar da verebileceği belirtilmiş (Richards, 1996) ve ülkemizdeki bir çalışma da bu görüşü doğrulamış olmakla birlikte, optimum ekim zamanı uygulaması tüm dönemleri geç ekilişlere oranla az çok erkene çektiği için böyle bir sakınca taşımamaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken ve aşırı erken gelişmenin neden olabileceği başka sorunlardan ayrıca söz edilecektir.

Bu noktada bir ayrımı belirlemek gerekmektedir. Erken ekim önemli olmakla birlikte bu dolaylı bir önemliliktir, çünkü asıl önemli olan ekimin ne zaman yapıldığından çok, buğdayın ne zaman çimlenme ve çıkış yapabildiğidir. Buğdayın toprak yüzeyine çıkış tarihinin verim üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Gan vd., 1992). Bu da, ekim zamanı yanında, başta su ve sıcaklık olmak üzere çok sayıda faktör tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle, farklı ekolojik bölgelerin optimum ekim zamanlarını belirleyen temel unsur, ilk yağışların gelmesi beklenen zaman dilimi ile, hava ve toprak sıcaklıklarında en büyük ihtimalle beklenen gelişmeler olmaktadır. Ekilen tohumun çimlenme ve çıkış yapabilmesi toprakta ekim derinliğinde yeterli nemin bulunmasına bağlı olduğu gibi, toprak ısı da ekilişle çıkış arasında geçen süre üzerinde çok etkili olmaktadır. Çimlenme için gereken minimum su miktarının, tohum ağırlığının % 35-45' i düzeyinde olduğu (Evans vd., 1975), çimlenmenin 4 ve 37 °C' ler arasında olabileceği ancak optimum sıcaklığın 12-25 °C olduğu (Acevedo, 2002) belirtilmektedir. Bir başka yayında (Burleigh, 1965), çimlenmeden çıkışa kadar geçen sürede koleoptil uzaması için gereken optimum sıcaklığın 15,5 °C olduğu, bu sıcaklık derecesinden her iki yönde meydana gelen sapmaların çıkış gücünü azalttığı ifade edilmiştir. Kuzey Amerika' nın kışları sert geçen bir bölgesinde yapılan bir araştırmada toprak nemi, toprak ısı, ekim zamanı ve ekim derinliğinin buğdayda çimlenme, çıkış ve kışa dayanıklılık durumu üzerine etkileri araştırılmış, söz konusu çalışma sonunda, toprak sıcaklığında 5 °C' den 20 °C' ye kadar her bir derecelik artışın, uygun nem koşullarında, çıkış için geçen süreyi 1,3 gün azalttığı bulunmuştur (Lafond and Fowler, 1989). Aynı çalışmada, ekim zamanı yanında, ekim derinliğinin de çıkış süresi üzerine etkili olduğu ve bunun da ekim tarihiyle yakından ilgili olduğu görülmüştür. Optimum tarihte ekim yapıldığında, ekim derinliğini 1,9 cm' den 7,6 cm' ye arttırmak, çıkış için geçen süreyi 4,4 gün arttırırken, ekim 3 hafta geciktirildiğinde, aynı ekim derinliği artışının çıkışta neden olduğu gecikme 9,6 gün olmuştur. Başka bir çalışmada, toprak ısı ve toprak neminin çimlenme ve çıkış oranları üzerindeki etkileri arasında interaksiyon olduğu, toprak ısı optimum olarak belirlenen dereceden eksi ya da artı yönde sapma gösterdiğinde, bu sapmanın toprak nemindeki yetersizliğin çimlenme ve çıkış üzerindeki olumsuz etkisini büyüttüğü görülmüştür (Tadmor vd., 1969). Ancak bu optimumun ne olduğu konusunda tek rakam verilmediği gibi oldukça geniş sınırlar gösterilmektedir. Bu durumda çıkış üzerine olumlu etki yapan toprak sıcaklığının hangi dereceden sonra olumsuz etki yapacağına dair net bir bilgi yoktur. Fowler, WEB sitesinde yayınladığı Kışlık Buğday Üretim El Kitabında (*Winter Wheat Production Manual*) Kanada' nın Saskatchewan bölgesindeki çalışmaların özeti niteliğinde Çizelge 11' deki verileri yayınlamaktadır.

Çizelge 11. Nemli toprağa ekilen kışlık buğdayda toprak sıcaklığının çıkış süresine etkisi (Fowler, D.B.)

http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/winter_cereals/.

Toprak Sıcaklığı (°C)	25	20	15	10	5
Çıkış için geçen süre (gün)	4	6	8	12	30

Görüldüğü gibi, nemin sorun olmadığı koşullarda, 25 derece sıcaklıktaki toprağa ekilen buğday 4 günde çıkış yaparken, toprak sıcaklığının 5 dereceye düşmesi halinde bu süre 30 güne çıkmaktadır. Ülkemizde daha çok Doğu Anadolu bölgesinde sorun olabilecek bu durum, zaman zaman Orta Anadolu bölgesini de etkileyebilmektedir. Nitekim, 2011-2012 ekim yılında, Orta Anadolu' da çoğu buğday ekilişinin çıkışları tamamlayamadan kışa girmesinde, ilk yağışlardan ve ekimlerden sonra sıcaklıkların ani düşüşünün büyük payı olduğu açıktır.

Bu şekilde özetlenen toprak nemi ve sıcaklığına bağlı durumlar nedeniyle, her ekolojik bölgenin kendi koşulları için optimum ekim tarihlerini belirlemesi gerekmektedir. Eskişehir' de enstitünün kuruluşundan bu yana yapılan çok sayıda çalışmayla buğday ve arpa için optimum ekim zamanı Ekim ayının ilk yarısı olarak belirlenmiş olup, bu konuda, yağmura dayalı koşullardaki son çalışma 1980' li yıllarda yürütülmüş ve sonuçları Çizelge 12' de özetlenmiştir.

4 yıl sürdürülen bu denemenin çizelgede 4 yıl ortalaması olarak verilen değerleri geç ekilişten en fazla ekmeklik buğday çeşitlerinin, en az arpanın zarar gördüğünü göstermektedir. 7 ekmeklik buğday, 2 makarnalık buğday ve 1 arpa olmak üzere 10 çeşitle sürdürülen bu denemenin çizelgede çeşit ortalamaları verilmiştir.

Çizelge 12. Eskişehir koşullarında ekim zamanının ekmeklik ve makarnalık buğdayla arpanın dane verimlerine etkisi.

Ekim Zamanı	Dane Verimi (kg / da)		
	Ekmeklik Buğday	Makarnalık Buğday	Arpa
5 Ekim	448	385	490
20-22 Ekim	361	340	483
11-15 Kasım	321	311	435
*Verim Kaybı (%)	28,3	19,2	11,2

* En geç ekim zamanı olan 11-15 Kasım ekilişlerinin, optimum zaman olarak belirlenen 5 Ekim ekilişlerine oranla % verim kaybı.

Bu rakamlardan hesaplanan, ekimdeki her bir günlük gecikmenin neden olduğu verim kayıpları, ekmeklik buğday, makarnalık buğday ve arpa için, sırasıyla, 3,3, 1,9 ve 1,4 kg da⁻¹ olmuştur. Bu denemede, Eylül 15 tarihi de yer almış olmakla birlikte, genelde optimum ekim tarihine üstünlük sağlayamadığı gibi, bir deneme yılında da aşırı gelişmiş bitkilerin uğradığı kış zararı nedeniyle özellikle makarnalık buğday çeşitlerinde çok büyük verim düşmelerine neden olduğu için değerleri burada verilmemiştir. Daha önce de ifade edildiği gibi, ekim zamanları arasındaki verim farkını yaratan tohumun ne zaman ekildiği değil, ne zaman çıkış yaptığı olduğundan, bu etki, özellikle 5 ve 20 Ekim tarihleri arasında her zaman görülmeyebilir. Bu farkın oluşması ancak 2 tarih arasında etkili bir yağış alınmasına bağlı olacaktır. Nitekim bu deneme aslında 2 set olarak yürütülmüş, setlerden yağmurların doğal gelişine bırakılarda ekim zamanı etkileri özellikle ilk 2 tarih arasında her zaman görülmeyişi için burada diğer setin sonuçları verilmiştir. Bu deneme setinde, çıkış farklılığını sağlamak için ekilişten sonra parsellere 25-30 mm dolayında tav suyu verilirken, daha sonra ekilecek parsellere de aynı miktarda su verilerek suyun yaratacağı farklılık engellenmeye çalışılmıştır. Erken ekilişlerdeki yüksek verim düzeylerinin bir nedeni de budur. Arpanın ve makarnalık buğdayın ekmeklik buğdaya oranla geç ekimden daha az etkilenmesi ise farklı şekillerde yorumlanmıştır. Ekmeklik buğdayın, çeşitlere göre değişmekle birlikte, vernalizasyon ihtiyacı erken ilkbahar gelişmesini yavaşlatırken, bu konuda büyük bir sorunu olmayan arpa hızlı gelişmeyle arayı kapatmış görünmektedir. Makarnalık buğdaya tam tersi bir nedenle, yani genelde erken gelişmesi zayıf olan ve asıl gelişmesini ilkbaharda hava sıcaklıklarının artmasıyla gösteren makarnalık buğday çeşitleri bu nedenle ekim zamanları arasında önemli bir gelişme farkı yaratmadığı için bu sonucu vermiştir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir husus, arpanın ve makarnalık buğdayın genelde ekmeklik buğdaya oranla daha fazla olan soğuk hassasiyetleri olmaktadır. Bu denemelerde, 15 Eylül’ deki aşırı erken ekilişin 1 yılda neden olduğu zarar dışında, çok sert kış gibi bir sorun olmamıştır. Bu nedenle, bu verilere bakılarak makarnalık buğdayın ve arpanın sonbaharda ekmeklik buğdaydan daha geç ekilebileceğini düşünmek hatalı olabilir. Bu verilerin sunuluş amacı yalnızca erken ekim ve çıkışın bölgemizdeki önemini vurgulamaktır.

Yukarıda açıklanan denemede geç ekimin neden olduğu verim kayıplarının en çok hangi verim unsurlarından kaynaklandığı incelendiğinde, en büyük kayıpların birim alandaki başak sayısında olduğu görülmüştür. İlk ve son ekim tarihleri arasındaki yaklaşık 40 günlük fark, başaklanma zamanında buğday genotiplerinin erkencilik durumuna göre değişmekle birlikte yaklaşık 8-10 güne inmiştir ki bu da ekimle başaklanma arasında geçen sürede 1 aylık bir kısalmaya işaret etmektedir. Belli ki bu kardeşlenme süresinin de kısalmasına ve sonuçta başak sayısının azalmasına neden olmuştur.

Aynı zamanda, kardeşlenmenin su sıkıntısına karşı hassas olduğu ve çok kurak koşullarda yarıya kadar düşebileceği belirtilmektedir (Peterson vd., 1984; Rickman vd., 1983). Ancak kardeş oluşumunun genellikle sapa kalkma başlangıcında durduğu (Baker and Gallagher, 1983; Önder, 2007), bu andan itibaren kardeş atımlarının başladığı ve maksimum kardeş dönemindeki çoğu kardeşin başak veremediği (Gallagher and Biscoe, 1978; Önder, 2007) bildirilmektedir. Longnecker vd (1993) ise, kardeşlenmenin bu dönemde durmadığını, bu sürecin bir takım genetik ve çevresel faktörler tarafından kontrol edildiğini bildirmektedir. Ancak, özellikle kurak koşullarda, kardeşlenme sürse bile kardeş atımlarının da bu dönemde başladığı ve sonuçta başak veren kardeş sayısının maksimum kardeş dönemindekine oranla çok daha az olduğu bilinmektedir. Eskişehir’ de yüzlek bir tarlada kuruya ekilen bir denemede, 10 çeşidin ortalaması olarak buğdayda bitki başına kardeş sayıları maksimum kardeş döneminde 2,7 olduğu halde, bu kardeşlerin yaklaşık % 63’ ü başak vermemiş ve bitki başına fertil kardeş sayısı 1’ e kadar düşmüştür (Önder, 2007). Bu oranın uygun koşullarda bile genellikle yaklaşık 1,5 civarında olduğu ifade

edilmektedir (Acevedo, 2002). Bu durumda, geç ekimin maksimum kardeş sayısında neden olduğu azalmanın mı, yoksa kardeş atımlarında neden olduğu artmanın mı bu sonuçta daha büyük payı olduğu bilinmemekle birlikte, nedeni hangisi olursa olsun, geç ekimin sonuçta başak sayısını azaltarak verimi düşürdüğü açıktır. Bu nedenle, geç ekimlerde biraz daha fazla ekim sıklığının verimi arttıracak çok eskiden beri bilinen bir durumdur (Darwinkel and Kuizenga, 1977).

Geç ekim başakta başakçık ve başakçıkta dane sayıları üzerine fazla etkili olmazken, hatta başak sayısındaki azalma başakta başakçık sayısında küçük bir artışa neden olurken, fertil kardeş sayısından sonra en fazla etkilenen verim unsuru dane ağırlığı olmuştur. Bu da beklenen bir sonuç olmaktadır. Bu durumun, geç ekimin başaklanma tarihinde neden olduğu ortalama 8-10 günlük gecikmeden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Daha sonraları, sulanır koşullarda bile bunun önemli olabileceği anlaşılmış, Bezostaya 1 ve Sultan çeşitleriyle yapılan bir denemede, geç ekim verimleri düşürürken en çok etkilenen unsurların birim alanda başak sayısı ve dane ağırlıkları olduğu, dane ağırlığındaki azalmanın özellikle Bezostaya' ya oranla daha geççi olan Sultan' da belirgin olduğu görülmüştür (Çekiç vd., 2007b). Akdeniz tipi iklim bölgelerinde, özellikle de kurak koşullarda, erken başaklanmanın önemi çok sayıda araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Reynolds vd., 1994; Richards, 1991). Buna neden olarak, geç dönem kuraklık ve sıcaklık streslerinin kurumayı hızlandırıp dane doldurma süresini kısaltması gösterilmektedir (Acevedo, 2002). Bu nedenlerle, belli bir bölgedeki buğday fenolojisinin bölge iklim koşullarına uydurulması, ekolojik koşulların uygun olduğu dönemlerden en büyük yararı sağlayabilmesi açısından önemli olmaktadır (Araus vd., 2002). Bu bilgiler genellikle genotip karşılaştırmaları için verilmiş olmakla birlikte, optimum ekim zamanının da bu fenolojik uyum açısından çok önemli olduğu bilinmektedir.

Erken gelişmenin kurak koşullara uyumluluk açısından bir başka işlevi de kök gelişmesiyle ilgilidir. Erken gelişmenin, kök gelişmesine de olumlu etki yaparak, ileriki dönemlerde oluşabilecek kuraklık zararlarına karşı bitkinin daha iyi korunmasını sağlayacağı ülkemizde araştırmaların daha ilk yıllarından başlayarak ifade edilmiştir (Kıraç, 1937; Berkmen, 1961). Numan Kıraç ekim zamanı kök gelişme ilişkisi üzerine yaptığı bir değerlendirmede, 20 Eylül'de ekilen buğdayın köklerinin erken ilkbaharda 65 cm derinliğe ulaştığını, 20 Ekim'de ekilenlerin köklerinin 30 cm derinlikte olduğunu, oysa Kasım'da ekilen buğdayın köklerinin henüz 5 cm dolayında, yani tohum civarında olduğunu bildirerek bunun toprak sıcaklığıyla ilişkisini şu sözlerle açıklamıştır:

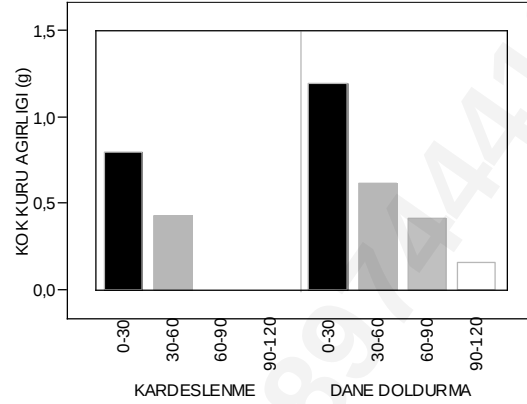
'Bu vaziyette toprak hararetinin de ayrıca tetkiki şarttır. Birinci Teşrin'de, 5 santim derinlikte aylık hararet vasatısı 13,3 derecedir. İkinci Teşrin'de aynı derinlikte günlük hararet vasatısının + 5 dereceden yukarı olduğu günler adedi 13 dür'.

Not: Birinci teşrin Ekim, ikinci teşrin Kasım ayının karşılığı olmaktadır.

Köklerin derinlik ve toprak profiline yayılma özelliklerinin kurak koşullarda alınan buğday verimi üzerine olumlu etkisi çok sayıda yabancı araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Hurd, 1968). Çimlenmenin hemen ardından gelişmeye başlayan ve bu nedenle çim kökleri olarak adlandırılan kökler, kardeşlenme döneminde ortaya çıkan kardeş köklerine oranla kronolojik anlamda daha önce gelişmeye başladıkları için toprak profilinin daha derin kesimlerine ulaşabilmekte, daha sonra çıkan kardeş köklerininse genellikle büyük çoğunluğu toprağın üst 30 cm' sinde yaygın olarak bulunmaktadır (Kirby, 2002). Böylece, çim kökleri toprak profilinin derinliklerinde bulunan nemden daha iyi yararlanılmasını sağlarken, kardeş kökleri de gelişme döneminde düşen yağışın daha iyi kullanılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle erken ekim ve erken çıkış, gerek çim köklerinin daha derinlere ulaşabilmesi, gerekse kardeşlenmeye olumlu etki yapmak suretiyle, kardeş sayısı ile doğrudan ilişkili olduğu bilinen kardeş köklerinin üst toprağı daha iyi kullanarak yağışlardan yararlanma etkinliğini artırması açısından önem taşımaktadır. Bu arada, bunun tersi görüşler de ileri sürülmüş, erken dönemde fazla su tüketimine neden olan çim köklerinde ksilem çapını daraltmak suretiyle erken dönem su tüketiminin yavaşlatılmasının, daha sonraki kritik dönemlerde kullanılmak üzere nem tasarrufu sağlayacağı ve kurak koşullardaki verimi olumlu etkileyeceği bildirilmiştir (Passioura, 1972; Richards and Passioura, 1989). Ancak, Avustralya' da elde olunan bu sonuçlar, hem bir yazlık buğday bölgesi olan Avustralya' ya oranla çok daha sert kışlara sahip Orta Anadolu' da erken gelişmenin, istisnai durumlar dışında, zaten oradan daha zayıf olması, hem de Orta Anadolu' da yaygın olan yüzlek profilili tarlalar nedeniyle, tasarruf edilen nemi depolama kapasitesinin çoğu zaman yetersizliği nedeniyle çok geçerli olmayabilir. Bu bilgiler ışığında, Orta Anadolu' da erken gelişmenin yine de çok önemli olduğunu düşünmek yanlış olmayacaktır. Bunun tek istisnası, derin profilili, su depolama kapasitesi yüksek tarlalarda ve genotipik olarak geç dönemde birikmiş suya daha bağımlı (genellikle optimum koşullar için geliştirilmiş, verim potansiyeli yüksek)

çeşitler söz konusu olduğunda, bunların dane doldurma sırasında karşılaşılabileceği su ve/veya sıcaklık stresine karşı önemli olabileceğidir. Bu konuya, genotiplerle ilgili bölümde değinilecektir.

1991-1993 yılları arasında, Eskişehir’de 2 yıl süreyle incelenen bu konuda, 2 yılın ve denemede kullanılan 6 ekmeklik, 2 makarnalık olmak üzere 8 çeşidin ortalaması olarak kardeşlenme ve dane doldurma başlangıcında, profilin değişik derinliklerinde tespit edilen kök kuru ağırlıkları Şekil 4’de gösterilmiştir. Buradaki değerler örneklenen 5 bitkinin kök kuru ağırlık toplamlarıdır.



Şekil 4: 2 yıl ve 8 çeşit ortalaması olarak, buğdayın kardeşlenme ve dane doldurma başlangıcındaki kök gelişme durumları. (Değerler 5 bitkinin kök kuru ağırlık toplamı olup, veriler Aydın vd (1992, 1993)’den alınmıştır.)

Şekil 4’de görüldüğü gibi, kardeşlenme başlarında henüz 60 cm’nin altına inmemiş olan buğday kökleri, dane doldurma sırasında, yine yoğunluk üst 0-30 cm’de olmakla birlikte, 120 cm derinliğe kadar ulaşmışlardır. Bu kök geliştirme rejiminin ve değişik derinlikteki nemin değişik verim unsurlarına etkisinden ileriki bölümlerde söz edilecektir.

Ekilen tohumların erken çimlenme ve çıkışı üzerine nemin etkisinden daha önce söz edilmişti. Daha 1930’ lu yıllarda bu gerçeğe karşı Numan Kırac’ ın çok önemli, ve sonradan defalarca doğrulanmış, gözlem ve uyarıları olmuştur (Kırac, 1937). Esasen, tarla hazırlığı çalışmalarında ikileme ve üçleme olarak adlandırılan işlemlerin ilk sürüme oranla çok daha yüzlek olarak ve sadece yabancı otları kontrol edebilecek düzeyde tutulmasının nedeni, toprak neminin kaybını engellemek yanında, kapillar yükselmeyle yukarı hareket eden toprak neminin ekim anında toprak yüzeyine mümkün olduğu kadar yakın bulunmasını sağlamak olmuştur. Bu amaçla daha sonra yürütülen çalışmalar sonunda, en uygun ikileme derinliğinin 9 cm dolayında olduğu (Pala, 1982), ikilemede toprak malçı oluşturmaının saman malçından daha iyi sonuç verdiği (Ünver, 1978) gibi sonuçlara ulaşılmıştır. Kırac (1937) toprak neminin yüzeye yakınlığıyla ilgili olarak yaptığı değerlendirmelerde, erken ekimin tava yapılabilmesi halinde bunun erken gelişmeye sağlayacağı büyük katkıdan söz etmiş, ancak bu dönemde bir defada etkili yağış alınmadığı taktirde, o dönemde henüz hava sıcaklıklarının da yüksek olması nedeniyle, düşen az miktardaki yağışın oluşturduğu nemin güvenilmezliğini belirterek, bu yağışın toprak nemiyle birleşip birleşmediği kontrol edilerek ekim yapılması gerektiğini söylemiştir. Nitekim, bugün Eskişehir ilindeki çoğu çiftçi, gözlem ve tecrübeleri nedeniyle alata tehlikesini iyi bildikleri için, bu şekilde çıkış güvencesi vermeyen yağışların oluşturduğu nem düzeyine sahip tarlaya ekim yapmaktansa, kurulumu adını verdikleri son bir işlemle bu nemi kurutup, kuruya ekim yapmayı tercih etmektedirler.

Ekilen tohumun erken çıkış yapması üzerine etkili bir başka faktörse ekim yöntemidir. Bugün Orta Anadolu’ da, marjinal alanlar dışında, mibzer kullanmayan çiftçi hemen hemen kalmamıştır. Ancak, kullanılan mibzerin

özellikleri de, tohum yatağının özelliklerine bağlı olarak, farklı etkiler yapabilmektedir. Örneğin, nemli bir tarlaya ekiliş yapıldığında fazla etkili olmayabilen, hatta tarla biraz fazla nemli olduğunda zararlı bile olabilecek, baskı tekerlekli mibzerin kuruya ve özellikle de tohum yatağı gevşek düşmüş tarlalara ekim yaparken çok yararlı olduğu bilinmektedir ve bu gerçek daha 1930' lu yıllarda Numan Kırac tarafından da dile getirilmiştir. Bunun nedeni, gevşek tohum yatağına ekilen buğdayın hem derine düşerek çıkışı geciktirme olasılığı, hem de ekimden sonra düşen ilk yağışların, yüksek buharlaşma kaybı nedeniyle, bitki tarafından kullanılma şansını azaltarak yine çıkışı geciktirmesidir. Bu durumu da tecrübeyle bilen iyi çiftçiler, kuru ve gevşek tohum yatağına ekim yapmak zorunda kaldıklarında, eğer baskı tekerlekli mibzerleri yoksa, ekilişten sonra merdane veya tapan geçmek suretiyle tohum yatağındaki gevşekliği gidermeye çalışmaktadırlar. Yalnız bu konuda terminoloji kargaşasının neden olabileceği bir yanlışlığa düşmemek için bir konuyu belirtmekte yarar vardır. Arkasında taşıdığı baskı tekerlekleri nedeniyle zaman zaman baskılı mibzer olarak adlandırılan bu normal mibzerlerle (Press Wheel Drill), 1970' lerin başlarında Ülkesel Buğday Projesi aracılığıyla Türkiye' de denenmeye başlanan ve İngilizce adının tam karşılığı Derin Karık Mibzeri (Deep Furrow Drill) olduğu halde, bir şekilde, baskılı mibzer olarak adlandırılmış olan mibzerleri birbirine karıştırmamak gerekmektedir. Bu ikinci grup, yani derin karık mibzerleri, kullanıldığında, toprak neminin normal ekim derinliğine ulaşmadığı durumlarda, karıklar açarak, nem orijinal toprak yüzeyinden daha uzak olsa da karık nedeniyle tav suyunun derinliğini 7-8 cm' ye indirebilen ve tohumun toprak nemine ulaşmasını sağlayarak erken çıkışı gerçekleştirebilen bu yöntem, ekim zamanı için toprak neminin çok yakından takibini gerektirdiği için günümüz Orta Anadolu çiftçileri açısından çok uygun görülmemektedir (Anonim, 1977; Avcı, 1999) ki benim görüşüm de aynı merkezdedir. Sistemin taşıdığı en büyük risk, erken çıkış sağlanmadığı takdirde bu yöntemin hem geniş sıra aralıkları nedeniyle nem kaybının, hem de yabancı ot gelişmesinin neden olacağı verim kayıplarına yol açması olarak özetlenebilir.

İklim faktörleri ve kültürel uygulamalar dışında, ekilen tohumun erken çıkış ve gelişmesi üzerine etkili bir faktör de kullanılan tohumluğun özellikleri olmaktadır. Kullanılan tohumluğun hem büyüklüğü hem de protein kapsamının, erken dönemde kök ve fide gelişmesi üzerine etkileri daha 1970' li yıllarda gösterilmiştir (Ries and Everson, 1973). Tohum iriliğinin çıkış ve erken gelişme üzerine olumlu etkileri daha sonra da çok sayıda araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Hampton, 1981; Kalakanavar *et al.*, 1989). İri tohumun özellikle kurak koşullarda daha da avantajlı olduğu belirtilmiştir (Mian and Nafziger, 1994). Bazı araştırmalarda, tohum iriliğinin çimlenme üzerine etkili olmadığını, hatta bazı durumlarda küçük tohumların daha kolay çimlendiğini, dolayısıyla iri tohumun çimlenmeden çok, çıkış ve erken gelişme açısından önemli olduğunu göstermiştir. Bir araştırma bulgusu, tohum irileştikçe embriyonun da büyüdüğünü ve bunun erken gelişmeyi olumlu etkilediğini belirlerken (Lopez-Castaneda *vd.*, 1996), bir başka araştırma da, koleoptil uzunluğu genellikle genotipik bir özellik olarak kabul edilmekle birlikte, aynı genotipin daha küçük tohumlarında koleoptilin de daha kısa olduğu sonucunu vermiştir (Cornish and Hindmarsh, 1988). Kurak koşullarda, özellikle de değişik nedenlerle tohumun derine düştüğü durumlarda çok önemli olduğu bilinen koleoptil uzunluğu konusu, genotipik özelliklerle ilgili bölümde inceleneceği için burada ayrıntıya girilmeyecektir.

Bu arada, bu konu 1970' li yıllarda çok tartışıldığı için Eskişehir' de de bir deneme yapılmış, Eskişehir ve Hamidiye' deki enstitü arazileriyle, Batı Geçit bölgesindeki çiftçi tarlalarında kurulan denemelerden alınan tohumlar Eskişehir' de denemeye alınarak performansları karşılaştırılmıştır. Çiftçi tarlasındaki denemelerden alınan tohumlar, azotlu gübre denemesinden elde olundukları için farklı protein kapsamına sahip olduğundan, elde olunan dane verimiyle tohumluğun dane ağırlığı ve protein kapsamı arasındaki korelasyon çalışması yapılmış, fakat önemli düzeyde ilişki elde olunamamıştır. Ancak, Eskişehir ana istasyonunda elde olunan tohumlar, aynı çeşitlerin Hamidiye ve çiftçi tarlalarından gelen tohumlarına oranla % 20' leri bulan düzeyde daha fazla verim vermiştir. Yapılan incelemede, Eskişehir kaynaklı tohumların hem tohum ağırlığı hem de protein kapsamı olarak diğerlerinden çok üstün olduğu görüldüğünden performansın bununla ilgili olabileceği düşünülmüştür. Korelasyonun önemli çıkmamasına, çiftçi tarlasında elde olunan tohumların dane iriliği ve protein yönünden gösterdikleri varyasyonun yeterince yüksek olmamasının ve en iri dane ve en yüksek protein kapsamına sahip olanlarının bile Eskişehir kaynaklı tohumlardan düşük olmasının neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, bu konuda çalışmak isteyen araştırmacıların, önce bir ön çalışmayla, aynı genotipe ait iri ve küçük tohum, yüksek ve düşük protein gibi unsurların tüm bileşimlerini ve her 2 özellik açısından yeterli varyasyonu içerecek bir deneme materyali hazırlamaları gerekmektedir.

GENOTİPLERİN KURAK KOŞULLARA UYUMLULUĞUNU ETKİLEYEN ÖZELLİKLER

FENOLOJİK ÖZELLİKLER:

Erkencilik dendiğinde genellikle başaklanma (ve/veya çiçeklenme) zamanı açısından erkencilik kastedilmekteyse de, erken gelişme ve tarla yüzeyini kapatma açısından erkencilik de, özellikle kurak bölgelerde, ne kadar önemli olduğu önceki bölümlerde açıklanmıştı. Özetlemek gerekirse, erken gelişme süratinin tarla yüzeyini evaporatif nem kayıplarına karşı örterek yararlı olduğu (Richards, 1991), bunun yanında radyasyon alımı ve transpirasyon etkinliğini arttırdığı (Ludlow and Muchow, 1990) bildirilmiştir. Uygun ekim zamanı ve yöntemi gibi kültürel uygulamalarla bunu sağlamaya çalışmanın yararı yanında, tahıllarda çeşit ıslah programlarının değerlendirebileceği bir genetik varyasyonun da mevcut olduğu değişik araştırmacılarca rapor edilmiştir (Regan vd.,1992; Richards, 1987, 1996). Ancak bu tür bir erken gelişme tabiatının her zaman ve her koşulda verimle olumlu ilişki vermediği bilinmektedir. Erken gelişmenin bazı durumlarda da erken su tüketimini hızlandırarak, bitkinin daha sonraki dönemlerde su sıkıntısı çekmesine neden olabileceği, bu nedenle ilkbahar erken gelişmesi aynı zamanda çiçeklenme yönünden bir erkencilikle de desteklenebilirse, bu durumda yüksek düzeyde su kullanma etkinliğine ulaşılabilceği belirtilmektedir (Richards, 1996).

Bölgemizde de, 1994-1996 yılları arasında yürütülen bir TÜBİTAK projesi kapsamında konu 2 yıl süreyle incelenmiştir (Kalaycı vd, 1997). Eskişehir ve Konya' daki araştırma enstitülerinin müştereken yürüttüğü projede, 20 çeşit, kontrol dahil olmak üzere 4 farklı su uygulamasıyla kuraklığa karşı test edilmişler ve başta kurak hassasiyet indeksleri olmak üzere, kurağa dayanıklılığı belirleyen genotipik özellikler belirlenmeye çalışılmıştır. Kuraklık testinde gerekli su uygulamaları geç dönemde yapıldığı için burada tartışılan erken bitki örtüsü değerlendirmeleri sadece kontrol parsellerinde yapılmış, parsellere grid atmak suretiyle gerçekleştirilen işlem Konya'da Mart ayında yapılırken, Eskişehir'de Mart ve Nisan olmak üzere 2 kez yapılmıştır. Çeşitlerin ortalaması üzerinden değerlendirildiğinde, Eskişehir ve Konya'daki Mart ayı ilkbahar bitki örtüleri yönünden, çeşitlerin deneme yerleri arasında farklılıklar gösterdiği gözlenmiştir. Örneğin Eskişehir'de Mart ayında tarla yüzeyini en fazla kapatan çeşitler ES SBVD 2-8 (% 47), Atay 85 (% 45) gibi fakültatif çeşitler olurken, Konya'da ise Sertak 52 (% 30), Ak 702 (% 31) ve 4-11 (% 31) gibi çok kardeşlenen ve uzun boylu eski çeşitler olduğu görülmüştür. Değişik deneme yerlerinde ilkbahar bitki örtüsü üzerine etkili unsurlar korelasyon çalışmasıyla incelendiğinde bitki örtüsünün, Konya'da, kardeş sayımı yapılmadığı için ona ölçü olarak alınan birim alanda başak sayısı, $r = 0,67^{**}$, bitki boyuyla ise $0,56^{*}$ düzeyinde önemli ilişki verdiği, kardeşlenme, bitki boyu gibi kurak koşullara uyumlulukla ilgili olduğu bilinen morfolojik parametrelerin Konya'daki bitki örtüsünü de belirleyici unsurlar olduğu, Eskişehir'de ise bu ilişkinin elde edilemediği görülmüştür.

Bitki örtüsünün kurak hassasiyet indeksi (Fischer and Maurer, 1978) ve stabilite parametreleriyle ilişkisi incelendiğinde, Eskişehir'deki denemenin ilkbahar bitki örtüsünden etkilenmediği, Konya'daki denemelerinse sadece Konya'daki ilkbahar bitki örtüsü yüzdeleriyle anlamlı ilişki verdiği görülmektedir. Bunun sonucunda Konya' da, 2 yılın ortalaması olarak kontrol uygulamasından (kuru) elde olunan verimler, erken ilkbahar bitki örtüsüyle $r = 0,50^{*}$ düzeyinde önemli ilişki göstermiştir. Bu durumda, ilkbahar erken gelişmesinin kurağa dayanıklılık üzerine olumlu etki yapacağı şeklindeki kanı yalnızca Konya ölçümleriyle doğrulanmaktadır.

Bu arada, erken gelişme ölçüsü olarak alınan erken bitki örtüsüyle, başaklanma tarihi itibarıyla erkencilik arasında istatistiksel önemli ilişki çıkmamıştır. Nitekim, erken bitki örtüsü konusunda en yüksek değerleri veren iki çeşit olan Sertak 52 (% 30,8) ve Ak 702 (% 30,7) ikisi de çok iyi kardeşlenen orta geççi çeşitlerdir. Bu nedenle de kendilerinden çok daha erkenci olan ancak kardeşlenme potansiyeli zayıf olan Partizanka'nın 19 çeşit arasında en zayıf erken bitki örtüsüne (% 24,7) sahip olduğu denemede bu sonucu vermişlerdir. Ancak, Konya denemelerinde 200 kg/da'lık popülasyon ortalamasının biraz üzerinde kalmayı başarsalar da, bu lokasyonda, iki yıl ortalaması olarak en yüksek verimleri Gerek ve Bolal gibi erkenci çeşitlerin vermiş olması bir konuyu gündeme getirmektedir. Erken bitki örtüsü tek başına değerlendirildiğinde, kurak koşullardaki verim düzeyini temsil edemez. Bunu yapabilmesi için, mutlaka başaklanma yönünden de bir erkencilikle desteklenmesi gerekmektedir.

Bu analizlerden anlaşılan ve bu konudaki değerlendirmelerde dikkatli olmayı gerektiren husus, ölçüm öncesi herhangi bir su sıkıntısının yaşanmadığı durumlarda yapılan ölçümlerin kurağa dayanıklılık için ölçü olamayacağıdır. Özellikle kışın ılıman geçtiği ve/veya kış içerisinde ılık dönemlerin yaşandığı yer ve yıllarda vernalizasyon ihtiyacı düşük çeşitler avantajlı duruma geçebilmektedir. Nitekim, 1994-1995 yılında Eskişehir

denemesi daha büyük bir stres yaşamış olmakla birlikte, bu stres gelişmenin geç dönemlerinde meydana gelmiş, Mart ayındaki ölçümlerde ise Eskişehir'deki gelişmenin Konya'dan daha iyi durumda olduğu görülmüştür. Bu nedenle, ilkbahar erken gelişmesi kurağa dayanıklılık için bir parametre olarak kullanılacaksa bu ölçümlerin mutlaka belli bir düzeyde stresin yaşandığı koşullarda yapılması, çeşitlerin vernalizasyon ihtiyaçları arasındaki muhtemel farklılıkların gözönünde bulundurulması ve bu erken gelişmenin kurak koşullara uyumlulukla bağlantılı diğer özelliklerce de desteklenmesi gerekmektedir. Özetlersek, kurak koşullara uyum açısından benzer özellik gösteren genotipler arasında erken gelişmesi de iyi olanların Orta Anadolu gibi ekolojilerde daha istikrarlı sonuç vermesi beklenebilir.

Bu arada, erken bitki örtüsü ölçümlerinin spektral yansımayı ölçen optik sensörler aracılığıyla da yapılabileceği belirlenince (Aparicio, vd., 2000; Reynolds vd., 2005), Türkiye'de de bu ölçümlerde optik sensör kullanımı başlamıştır. Ancak bu konuda dikkatli olunmasını gerektiren bir ayrıntıyı bu noktada belirtmekte yarar var. Orta Anadolu'daki enstitüler tarafından kullanılan NTech, GreenSeeker Model 505 optik el sensörü, öncelikli olarak mevsim içi azotlu gübre yönetim sistemi için geliştirilmiş olduğundan, sabit dalga boyları (900 ve 680 nanometre) üzerinden ölçüm ve değerlendirme yapmaktadır. Dolayısıyla, bu sensörle erken bitki örtüsü ölçümlerinin mutlaka sapa kalkmadan önce, kardeşlenme döneminde, ZADOKS ıskalasına göre (Zadoks vd., 1974) ZADOKS 23 dolayında yapılması gerekmektedir. Çünkü bu sensör yaprak klorofil oranlarına karşı da hassas olduğundan ve sapa kalkma dönemine gelindiğinde çeşitler arasındaki yaprak klorofil farklılıkları belirginleşmeye başladığı için ölçüm değerlerinin verimle korelasyon vermesini engelleyebilmektedir. Nitekim, Önder (2007)'in 10 buğday çeşidiyle kurduğu denemede ZADOKS 23'te yapılan NDVI ölçümleriyle dane verimi arasında istatistiksel önemli korelasyon elde edilirken, ZADOKS 31'de (sapa kalkma 1 boğumlu dönemde) yapılan ölçümler verimle önemli korelasyon vermemiştir. Yine Eskişehir'de yürütülen bir başka denemede, biyokütleyle ilgili olmayan ve sadece yaprak klorofil oranlarını ölçen Minolta klorofilmetreyle elde olunan SPAD değerleri, kardeşlenme döneminde NDVI değerleriyle korelasyon vermezken, sapa kalkma döneminde önemli ilişki vermiştir (Çekiç vd., 2011). Bu da, erken bitki örtüsü belirleme çalışmasında NDVI değerlerinin erken alınması gerektiğini göstermektedir. NDVI değerlerinin toplam klorofil içeriğine göre fotosentetik kapasite hakkında da fikir veriyor olması bir avantaj olarak değerlendirilse bile (Gutierrez-Rodriguez vd., 2004), bu durum bazen de yapraklarında yüksek klorofil içeren bazı yüksek verimli çeşitlerin sağladıkları gerçek bitki örtüsünden daha yüksek değer vermelerine neden olduğundan kuraklığa dayanıklılık konusunda ölçü olmayabilir.

Erken gelişmeyi etkileyen genotipik özellikler dendiğinde, literatürde en çok tartışılan konular tohum iriliği, koleoptil uzunluğu ve yaprak özellikleri olmaktadır. Genelde tohum iriliğinin daha iyi erken gelişme ve kardeşlenme, sonuçta da daha yüksek verim sağlayacağı (Spilde, 1989), ve bunun özellikle kurak koşullarda daha da büyük avantaj sağlayacağına (Mian and Nafziger, 1994) dair literatür bulguları varsa da, bunu daha çok aynı genotipin farklı irilikteki tohumları için düşünmekte yarar görülmektedir. Türler arası karşılaştırma yapılırken, iri tohumlarda embriyonun da daha büyük olduğu, örneğin arpanın hızlı erken gelişmesinde buğdayın 2 misli büyüklükte embriyoya sahip olması ve yaprak özgül alanının daha fazla olmasının payı olduğu (Lopez-Castaneda, 1995), daha ince ve geniş yapraklara, yani daha büyük yaprak özgül alanına sahip bitkilerin daha iyi erken örtü sağladığına (Richards, 1996) ilişkin araştırma bulguları olmakla birlikte, buğday çeşitleri arasındaki genotipik anlamda dane irilik farklılıklarıyla, söz konusu genotiplerin kuru koşullardaki performansları arasında bir ilişki bizim gözlemlerimizle örtüşmemektedir.

Genotipler bağlamında, bu konuyla ilgili olarak üzerinde daha çok durulabilecek bir konu koleoptil uzunluğu olabilir. Çimlenen tohumda, kökçükten hemen sonra tohumdan çıkış yapan koleoptil, gelişmekte olan yapraklara kın görevi yaparak, toprak yüzeyine doğru büyümeye başlamakta, ancak tohumun derine düştüğü durumlarda yüzeye kadar ulaşamayınca gelişmesi durmaktadır (Kirby, 2002). Bu durumda, ilk yaprak bazen koleoptilden dışarı çıksa bile, toprak direncine karşı koyarak yüzeye çıkacak yapıda olmadığından genellikle kıvrılıp kalmakta ve fide toprak yüzeyine çıkmadan ölmektedir. Bu konuda genotiplerin koleoptil uzunlukları da etkili olmakta ve bu özellik açısından genotipler arasında farklılık olduğu eskiden beri bilinmektedir. Optimal koşullarda yaygın olarak ekilen yarı cüce buğdaylarda genellikle koleoptilin uzun boylu buğdaylardan daha kısa olduğu, bunun optimal koşullarda bir verim farkı yaratmazken kurak koşullarda verim düşüklüğüne neden olabileceği belirtilmiştir (Donald and Puckridge, 1975). Gibberellik asite duyarlı olmayan cüceleştirme genlerinin buğdaylarda koleoptil uzunluğunu azalttığı ve erken gelişmeyi yavaşlattığı ifade edilmektedir (Richards, 1992; Rebetzke vd., 1999). Buna karşılık, Rebetzke vd. (1999) hem bitki boyunun hem de koleoptil uzunluğunun kalıtım derecesi yüksek karakterler olduğunu, dolayısıyla kısa boylu ve uzun koleoptilli çeşit geliştirmenin imkansız olmadığını belirtmektedir.

Koleoptil uzunluğu özellikle tohumun derine düştüğü durumlarda toprak yüzeyine çıkış yönünden önemli olduğundan (Radford, 1987), tohum yatağının her zaman çok iyi hazırlanamadığı ve özellikle de gevşek tohum yatağına atılan tohumun bir kısmının derine düştüğü bilinen Orta Anadolu bölgesinde de çeşitlerin kurak koşullardaki performansını etkileyebilir. ABD’de Oregon eyaletinin kurak kesimlerinde, çok eski bir çeşit olan Moro’nun, düşük verim potansiyeli ve hastalıklara hassasiyetine rağmen 1990’lı yıllarda hala geniş alanlara ekiliyor olmasını verim stabilitesine, bunu da büyük ölçüde koleoptil uzunluğundan kaynaklanan çıkış sağlamadaki istikrarına borçlu olduğu bildirilmiştir (Schillinger vd., 1998).

Literatürde genellikle kurak koşullara dayanıklılıktan çok, bir tür kuraklıktan kaçış mekanizması olarak değerlendirilen çiçeklenme tarihi itibarıyla erkenciliğin, özellikle sıcak bölgelerde dane doldurma sırasında yaşanabilen kuraklık streslerine karşı çok önemli olduğu bilinmektedir (Siddique vd., 1990). Aynı araştırmacılar, ekstrem düzeyde geç dönem kuraklığı yaşandığında, erkenciliğin tek başına verimdeki varyasyonun yarısından fazlasını açıkladığını ifade etmektedirler. Bu nedenle, kuraklığın genellikle sıcaklık baskısıyla birlikte olduğu Akdeniz tipi iklim bölgelerinde, örneğin Avustralya’ nın bu özellikteki bölgelerinde, erkencilik yaygın şekilde bir genetik strateji olarak kullanılmaktadır (Richards, 1991). Orta Anadolu’ daki tarımsal araştırma enstitüleri de buna önem vermektedir. Dane veriminin önemli unsurlarından olan hasat indeksi, dane doldurma sırasındaki stres koşullarından büyük ölçüde etkilendiği için, belli bir bölgedeki buğday fenolojisinin bölge iklim koşullarına uyandırılması, mevsim koşullarının uygun olduğu dönemlerden en büyük yararı sağlayabilmesi açısından yararlı olmaktadır (Araus vd., 2002). Optimum gelişme süresi, sadece bölgeler arasında değil, aynı bölgede yıllar arasında da farklılıklar göstermekte ve yılın yağış ve sıcaklık gelişmeleri bunda etkili olmaktadır. İklim faktörleri dışında, toprağın su depolama kapasitesi de gelişme süresini belirleyici unsurlardan biridir. Nitekim aynı genotipin, aynı iklim bölgesinde ve aynı gün ekildiği iki tarladan derin profilili taban tarlada başaklanmanın biraz daha geç olduğu, su depolama kapasitesi düşük yüzlek tarlalarınsa özellikle kuraklık halinde stresin de zorlamasıyla daha erken başak çıkardığı bilinmektedir. Aynı şekilde, deniz seviyesinden yükseklik arttıkça başaklanmanın geçe doğru gitmesinde etkili olan unsurunsa sıcaklık birikimi olduğu yine iyi bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, benzer topoğrafya ve iklim özelliklerine sahip ekolojik bölgelerde çalışan araştırmacıların kendi bölgeleri için optimum başaklanma (ve/veya çiçeklenme) zamanlarını belirlemeleri gerekmektedir. Ancak yıllar arasında oluşan farklılıklar bunun takvim günü olarak belirlenmesini imkansız kılmaktadır. Ekimden itibaren geçen süreyi takvim günü yerine Gelişme Derecesi Gün olarak ifade etmekle (Cao and Moss, 1989), yıllar arasında sıcaklıktan kaynaklanan farkları ortadan kaldırarak, belirli gelişme dönemlerinin açıklanabileceği belirtilmişse de, bu yaklaşım, yararı inkar edilmemekle birlikte, depolanmış su, yağış, nisbi nem gibi suyla ilgili varyasyon kaynaklarını hesaba katmadığı için yine de istenen standardizasyonu tam olarak sağlamayacaktır. Bu nedenle, genelde geniş ıslah programlarında çalışan araştırmacılar, erkenciliği görece bir anlatımla tanımlamakta, bölgede uyum sağlamış erkenciliği, geççiliği iyi bilinen standartlara oranla ifade etmektedirler. Örneğin, Gerek 79’ a oranla 2 gün daha geççi veya Bezostaya 1’ e oranla 2 gün daha erkenci gibi yaklaşımlar genelde kullanılmaktadır ki bizce de en ihtiyatlı yaklaşım budur.

Çiçeklenmede gecikme en büyük etkiyi dane ağırlığı üzerine yapmakta, dane doldurma sırasındaki bir kuraklık stresi fertil başak ve başakta dane sayısını etkilemezken dane ağırlığı önemli ölçüde azalmaktadır (Hochman, 1982; Kobata vd., 1992). Dane ağırlığı büyük ölçüde tozlanma sonrası asimilat transferine bağlı olduğundan, fotosentetik organlarda meydana gelen hızlı kurumalar dane doldurma süresini kısaltarak dane ağırlığını azaltmaktadır. Bu nedenle, yüksek sıcaklık ta kurumayı hızlandırıp dane ağırlığını düşürmektedir (Acevedo, 2002). Örneğin, 20°C’nin üzerindeki 5°C sıcaklık artışının, buğdayda dane doldurmayı hızlandırıp, dane doldurma süresini 12 gün kısalttığı bildirilmiştir (Yin vd., 2009). Erken başaklanmanın dane doldurma süresine olumlu etkisi başka araştırmacılarca da belirtilmiştir (Wardlaw vd., 1980; Başer vd., 2001; Çakmak, 2010). Önceki bölümde sözü edilen kurağa dayanıklılık projesi kapsamında da konu incelenmiş, denemede kullanılan 19 çeşidin (toplam 20 çeşitten 2 enstitüde müşterek olmayan 1 tanesi hariç) Eskişehir ve Konya’ da yapılan okumaların ortalaması olarak başaklanma tarihiyle, yine Eskişehir ve Konya’da belirlenen dane doldurma süreleri ve bundan hesaplanan dane doldurma oranları Çizelge 13’ de verilmiştir. Çizelgede çeşitler erkenciden geççiye doğru sıralanmıştır.

Çizelge 13’ de görüldüğü gibi, denemede yer alan çeşitlerden en erken başak çıkaran Bolal 2973 ile en geç başak çıkaran Atay 85 arasında 7 günlük bir fark oluşmuş ve bu da bu 2 çeşit arasında 78 GDG lik bir dane doldurma süresi farkı oluşturmuştur. İki özellik arasında elde olunan doğrusal regresyon denklemi aşağıda verilmiştir:

$$DDS (GDG) = 827 - 7,5 \times (GÜN - 25,2) (R^2 = 0,24^*, n = 19)$$

Denklemden, en erkenci çeşide oranla başaklanmadaki her 1 günlük gecikmenin, dane doldurma süresini ortalama 7,5 GDG kısalttığı görülmektedir. Ancak, aradaki ilişki istatistiksel önemlilik taşımakla birlikte determinasyon katsayısının küçüklüğü, erkenciliğin dane doldurma süresini belirleyen tek unsur olmadığını, başka faktörlerin de etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, regresyon doğrusundan sapma yaparak R^2 değerini düşüren çeşitleri görmek ve bunun muhtemel nedenleri üzerine düşünmek amacıyla yukarıda verilen denklem Şekil 5’ de grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 13. 1994-1996 yılları arasında Eskişehir ve Konya’ da yürütülen denemelerin ortalaması olarak buğday çeşitlerinin başaklanma tarihleri ile dane doldurma süre ve oranları (Kalaycı vd, 1997)

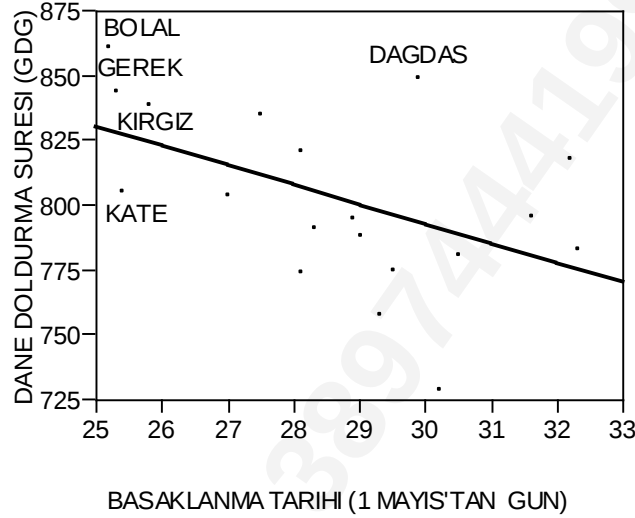
Çeşit	Başaklanma Tarihi (1 Mayıs’tan gün)	Dane Doldurma Süresi (BDG)*	Dane Doldurma Oranı (mg / BDG)
Bolal 2973	25,2	862	0,045
Gerek 79	25,3	845	0,040
Kate A-1	25,4	806	0,043
Kırgız 95	25,8	840	0,045
Partizanka	27,0	805	0,047
Kıraç 66	27,5	836	0,043
4-11	28,1	822	0,053
Kutluk 94	28,1	775	0,058
Zitarka	28,3	792	0,045
Sertak 52	28,9	796	0,045
Bezostaya 1	29,0	789	0,053
Ak 702	29,3	759	0,042
Gün 91	29,5	776	0,049
Dağdaş 94	29,9	850	0,051
91 Es SBVD 2-8	30,2	730	0,047
Kırkpınar 79	30,5	782	0,051
Yayla 305	31,6	797	0,041
Es-14	32,2	819	0,041
Atay 85	32,3	784	0,048

*BDG: Büyüme Derecesi Gün

Denemede kullanılan çeşitlerden en erken başak çıkaran Bolal, Gerek, Kırgız ve Kate A-1 arasında, ilk üçünün genel ilişkiyle uyumlu olarak en uzun dane doldurma süresini veren 4 çeşit arasında oldukları, ancak orta geççi bir çeşit olan Dağdaş’ ın kendisinden çok daha erken başak çıkaran Kate A-1’ e oranla çok daha uzun süre dane doldurduğu görülmektedir. Dağdaş’ ın kurağa dayanıklılıkla ilgili fizyolojik parametreler açısından durumuna o konular işlenirken değinilecektir. Nitekim aynı enstitü arazisinde yüksek yağışlı bir yılda yapılan bir başka çalışmada, erkencilikle dane doldurma süresi arasında yine önemli düzeyde olumlu ilişki bulunurken, Dağdaş’ ın dane doldurma süresi bu kez düşük bulunmuştur (Çakmak, 2010). Özetle, erkencilik dane doldurma süresi üzerine önemli etki yapmakta, ancak dane doldurma sırasında çeşitlerin kurağa (ve/veya sıcağa) dayanıklılıkları da bu süre üzerine etkili olmaktadır. Bütün özellikleri incelendikten sonra, denemede tüm çeşitler arasında kurak koşullara en uyumlu bulunan 4 tanesinin Bolal, Gerek, Kırgız ve Dağdaş olarak belirlenmesinde bu özelliğin de önemli olduğu Şekil 4’ de açıkça görülmektedir.

Bazı araştırmacılar tarafından, dane doldurma süresindeki kısalmanın, dane doldurma oranında bir artışla telafi edilebileceği ifade edilmiş (Sofield, vd.,1977), fakat bunun 30°C’nin üzerindeki sıcaklıklarda mümkün olmadığı belirtilmiştir. Ancak başka araştırmacılar dane doldurma süresi ile oranı arasında bir ilişki bulamadıklarını açıklamışlardır (Bruckner and Froberg, 1987). Bizim çalışmamızda da bu ilişki negatif eğilim göstermekle birlikte, istatistiksel önemli düzeyde olmamıştır. Optimal koşullarda elde olunan dane ağırlıkları, dane doldurma oranıyla çok önemli düzeyde ($r = 0,84^{**}$) ilişki verirken, dane doldurma süresiyle ilişki vermemiştir. Bu da, dane doldurma süresinin daha çok kuraklık ve sıcaklık stresi altında önemli olduğunu, optimal koşullarda ise dane doldurma süreleri fazla kısıtlanmadığından, dane ağırlıklarının daha çok dane doldurma oranları tarafından belirlendiğini göstermektedir. Bu nedenle, dane doldurma süresi belirleme çalışmalarının az çok stres oluşacağı bilinen kurak

koşullarda yapılması önem taşımaktadır. Bunun için su depolama kapasitesi düşük yüzlek bir tarla veya nadas yerine bir ön bitki yetiştirilerek toprak nemi azaltılmış bir tarlada çalışılabilir. Ancak, her denemede alınan sonucun sadece o denemenin temsil ettiği koşullarda geçerli olduğu da unutulmamalıdır. Bu nedenle, Eskişehir 1. yıl denemesinde olduğu gibi profili tamamen kurutarak oluşturulan aşırı stres durumları, Orta Anadolu’ da genellikle görülen orta düzeydeki su sıkıntılarına karşı dayanıklılık açısından temsil edici sonuçlar vermeyebilir.



Şekil 5: Eskişehir ve Konya denemelerinin ortalaması olarak, buğdayda başaklanma tarihinin dane doldurma süresiyle ilişkisi.

Dane doldurma süresi çalışmaları emek yoğun olduğu ve yüzlerce materyal üzerinde çalışmayı hemen hemen imkansız kıldığı için, son yıllarda onun yerine yaprakların yeşil kalma süresine (Jenner and Rathjen, 1975) ilişkin değerlendirmeler büyük ilgi görmektedir. Başak ve bayrak yaprağın sarardığı zaman olarak tanımlanan fizyolojik olum zamanı (Hanft and Wych, 1982) önceleri gözle değerlendirilirken, bugün SPADMETRE olarak ta adlandırılan Minolta klorofilmetre ölçümleriyle çok daha pratik olarak yapılabilmektedir. Yapraklardaki kurumunun gecikmesinin fotosentetik aktivitenin devam ettiği anlamına geldiği ve bunun da kök faaliyetlerini sürdürerek daneye asimilat temini sağladığı, dolayısıyla kurak ve yarı kurak bölgelerde test edildiğinde kurak koşullara uyumluluğun bir göstergesi olduğu görülmüştür (van Oosterom vd., 1996). Olgunlaşmaya giden bitkilerin doğal olarak karşılaştıkları yaşlanmaya bağlı yaprak kurumaları (*senescence*) kuraklık ve sıcaklık gibi stres unsurları tarafından hızlandırılmaktadır. Generatif gelişme döneminde buğdayın optimum sıcaklık gereksiniminin 20 °C dolayında olduğu, bunun üzerindeki sıcaklıklarda fotosentetik aktivitenin olumsuz etkilendiği (Camp vd., 1982; Al-Khatib and Paulsen, 1984) ve daneye kuru madde aktarımının sekteye uğradığı (Wardlaw vd., 1980) bildirilmiştir. Blum (1998) yaprakların yeşil kalma süresinin her zaman olumlu katkı yapmayabileceğini, daneye gövde rezervlerinin translokasyonunun da yaprak kurumaları tarafından tetiklendiğini, bu nedenle toprakta bitkinin kullanabileceği su kalmadığı durumlarda, bu durumun rezerv translokasyonunu da yavaşlatarak olumsuz etki yapabileceğini belirtmektedir.

Bayrak yaprak yeşil kalma süresinin kurak koşullara uyumlulukla ilişkisi üzerine Eskişehir’ de yapılan bir çalışmada da, Fischer and Maurer (1978)’ e göre hesaplanan kurak hassasiyet indeksleriyle en yüksek ilişkiyi veren parametre bayrak yaprak yeşil kalma süreleri olmuştur (Çekiç, 2007a). Bu özellik te, dane doldurma süresi gibi, başaklanma tarihiyle çok yakın ilişkili bulunmuş ve kuraklığa terkedilen parsellerde $R^2 = 0,96^{**}$ gibi yüksek düzeyde ilişki verirken, sulanan parsellerde ilişkinin önemsiz çıkması sonucunda bu özelliğin kuraklık koşullarında önemli bir parametre olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Nitekim, yine Eskişehir’de, sulanmayan, ancak yüksek yağış nedeniyle 16 çeşidin ortalaması olarak 460 kg/da’ın üzerinde verim alınan bir başka denemede (Çakmak,

2010) bayrak yaprak yeşil kalma süresi dane verimiyle ilişki vermemiş, çünkü bu denemede dane doldurma süresiyle dane doldurma oranı arasında istatistiksel önemli düzeyde olumsuz ilişki bulunmuştur. Sonuçta, dane doldurma sürelerinin fazla kısıtlanmadığı, sulu veya yüksek yağışlı koşullarda dane ağırlığı üzerine dane doldurma oranının dane doldurma süresinden daha önemli olduğu, kurak koşullarda ise dane doldurma süresinin verim istikrarı açısından çok önemli olduğu söylenebilir. Borrell (2000) de, sorgumla yaptığı araştırmada aynı şekilde yaprakların yeşil kalma süresinin kurak koşullarda önemli olduğu, sulanan parsellerde etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ancak çok sıcak bölgelerde, su sorun olmasa bile, sıcaklık baskısına karşı yeşil alanı sürdürebilen çeşit arayışları olduğu bilinmektedir (Fokar vd., 1998; Dias and Lidon, 2009). Adana gibi yüksek yağışlı ama sıcak bir bölgede bile, kuraklık halinde, bayrak yaprak yeşil kalma süresinin makarnalık buğdaylarda verimi olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Koç vd., 2003).

MORFOLOJİK ÖZELLİKLER:

Buğdayda kurak koşullara uyumluluk dendiğinde ilk akla gelen morfolojik özellikler, kök gelişmesi dışında, bitki boyu ve yaprak özellikleri olmaktadır. Buğdayın evrimi ve bununla birlikte oluşan tabii seleksiyon aşamasında, ön planda olanın yüksek verimden çok varlığını sürdürebilme kaygısı olduğu ve bunu genellikle uzun boy, derin ve yaygın bir kök sistemi ve yüksek düzeyde kardeşlenme ile sağladıkları bilinmektedir (Evans vd., 1975). Buğdayın anavatanı olan bir coğrafi bölgede bulunan ülkemizde, yerel popülasyonlardan seçilmiş, araştırma tarihimizin ilk çeşitlerinin de büyük ölçüde bu özelliklere sahip olduğu söylenebilir.

KÖK GELİŞMESİ:

Erken gelişmeyi teşvik eden çevre koşulları ve kültürel uygulamaların, kök gelişimini ve köklerin ulaşabildiği derinliği de olumlu etkilediğinden, ilgili bölümlerde söz edilmişti Genotipler arası karşılaştırma açısından ise, az sayıda çeşitle yapılan temel araştırma niteliğindeki çalışmalar dışında, geniş materyalle tarla koşullarında incelenmesi zor olduğundan ve saksılarda yapılan çalışmalar da çeşitlerin tarla performanslarıyla yeterli korelasyonu vermediğinden, kök morfolojisi üzerine çok fazla çalışılmamıştır. Onun yerine köklerin su kullanma rejimi, özellikle dane doldurma döneminde profilin derinliklerindeki nemi kullanabilmesi ve bunun kurak koşullara uyumlulukla ilişkisi konuları ele alınmıştır. Derin kök gelişmesinin özellikle kurak koşullarda önemli olduğu, sulu koşullarda aşırı kök gelişmesinin asimilat israfı anlamına geleceği düşünülmektedir (Blum, 2005). Bu nedenle, aşırı kök gelişmesinden çok, aynı kök yatırımıyla daha iyi su kullanan, yani su kullanma açısından kök etkinliği yüksek çeşitlerin aranmasına öncelik verilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Lynch, 2007).

İslah programlarında kök çalışmalarının fazla değerlendirilmemesine bir gerekçe olarak ta, kalıtım derecesinin düşük olması ve toprak özellikleriyle, yağış dağılımından büyük ölçüde etkilenmesi gösterilmektedir (Malamy, 2005). Bu nedenle de, özellikle bazı abiyotik stres unsurları Orta Anadolu'ya benzerlikler gösteren Avustralya'da yapılan bir değerlendirmede, çeşitlerin kök gelişmelerinin, toprak kaynaklı bu stres unsurlarına karşı dayanıklılık durumuyla birlikte değerlendirilmesinin önemi vurgulanmıştır (Passioura, 2006). Orta Anadolu Bölgesinin, özellikle güneyindeki Konya ve o enlemdaki kesiminde yaygın olduğu birden fazla sörvey çalışmasıyla belirlenmiş olan bor toksisitesi buna bir örnektir. Eskişehir'de, su kültüründe yapılan bir çalışmada bor toksisitesi buğday çeşitlerinin kök kuru ağırlıklarında önemli ölçüde azalmaya neden olmuş, ekmeklik buğday çeşitleri arasında bu yönden geniş bir varyasyon görülürken (% 10 ile 63 arasında), denemede kullanılan 3 makarnalık buğday çeşidinin de aşırı derecede hassas oldukları ve Çakmak, Kunduru ve Kızıltan' da, sırasıyla, % 48, 52 ve 60 azalma meydana geldiği görülmüştür (Kalaycı vd., 1998). Millar vd., (2007) topraktaki toksik düzeyde borun, köklerin derin işlemesine engel olduğunu bildirmektedir. Toprak sıkışması ya da strüktür bozulmaları nedeniyle, köklerin derine doğru uzamasına mekanik engeller oluştuğunda ise, bu genellikle köklerde kalınlaşmaya ve daha fazla dallanmaya neden olmaktadır (Tardieu, 1994). Bunlara, nematod, kök çürüklüğü gibi biyotik ve gübreleme yapılsa bile profilin derinliklerindeki miktarını arttırmak kolay görünmeyen çinko ve benzeri element noksanlıkları gibi abiyotik unsurlar eklendiğinde, genotiplerin bu sorunlara karşı duyarlılıklarındaki farklılığın kök gelişmelerini de etkilemesi beklenen bir sonuç olmaktadır. Örneğin, Bağcı vd. (2007a), buğday çeşitlerini sulu ve kuru koşullarda karşılaştırdıkları bir çinkoyla gübreleme denemesinde, çinko noksanlığının kuraklık zararını arttırdığını ve bu etkinin boyutları yönünden bir genotipik varyasyonun mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Bu da çeşitlerin kök gelişmesi yönünden gerçek anlamda genotipik farklılıklarının belirlenebilmesini zorlaştırmaktadır.

Geçmişte, çalışmanın nispeten kolaylığı nedeniyle üst topraktan alınan kökler incelenmiş ve toplam kök kuru ağırlıkları üzerine çalışılmışsa da, bitkilerin çevre koşullarına uyumluluğunu incelemek için kullanılabilecek en uygun kök özelliğinin toplam kuru ağırlık değil, kök morfolojisi olduğu görülmüştür (Sattelmacher vd., 1993). Her ne kadar 1979' dan bu yana geliştirilen yeni makarnalık buğday çeşitleri eskilerden biraz farklı bir gelişme tabiatı gösteriyorlarsa da, o tarihten önce, ve bazı yerlerde hala, yetiştirilen eski makarnalık buğday çeşit ve popülasyonlarının kuru koşullar için geliştirilmiş ekmeklik buğday çeşitlerine oranla genellikle daha yavaş gelişen ve az kardeşlenen tabiatla oldukları, bunun yanında, toprağın çoğunlukla üst bölümünde bulunan kardeş köklerin sayısının kardeş sayısı ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu durum, derinliklerdeki nemi kullanma konusunda daha etkili olan çim kökleri ve üst topraktaki nemi kullanmakta daha etkili olan kardeş köklerinin dağılımı konusunun önemini göstermektedir. Aynı şekilde çeşitlerin kök geliştirme hızları da önemli görülmektedir. Genelde ekmeklik buğday çeşitlerinden daha yavaş gelişen ve asıl gelişmeleri için ilkbaharda havaların ısınmasını bekleyen makarnalık buğday çeşitlerinin, bununla senkronize bir biçimde köklerini de yavaş geliştirdikleri ve derinliklerdeki neme daha geç dönemlerde ulaştıkları en azından tahmin edilebilir. Nitekim, Liao vd. (2006), hızlı erken gelişmenin, köklerde de erken gelişme sağladığını bildirirken, bunun sonuçta daha derin kök yapısı oluşturabileceği açıklanmıştır (Richards vd., 2007). Eskişehir' de yapılan ve ekmeklik buğday çeşitlerinin makarnalık Kunderu 1149 ve Çakmak 79' la birlikte kullanıldıkları bir araştırmada, çeşitlerin dane verimiyle toplam evapotranspiratif nem tüketimleri ve yılın sıcaklık birikimleri karşılaştırılmış, sonuçta ekimden fizyolojik oluma kadar toplam evapotranspiratif su tüketimi yönünden çeşitler arasındaki farkın önemli olmadığı, verim farklarının çeşitlerin su kullanma etkinliğinden kaynaklandığı anlaşılmıştır (Aydın vd.,1992,1993). Bu arada 2 makarnalık çeşidin ekmekliklerden daha yavaş geliştiği ve hızlı gelişme için daha fazla sıcaklık birikimine ihtiyaç gösterdikleri de görülmüştür. Bu durum, makarnalık buğday ekilişlerinin Orta Anadolu' dan çok, asıl makarnalık buğday alanı olan Güney Doğu Anadolu bölgesi yanında, Orta Anadolu' nun da batı ve kuzey geçit bölgelerinde yaygın olmasının nedenleri düşünülürken, sıcaklıkla birlikte nemin de göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir. Nitekim, makarnalık buğday çeşit ıslahı konusunda yarım yüzyıldan fazla süredir çalışan Eskişehir ve Ankara' daki kış koşullarının sertliğine dayanabilecek makarnalık buğday çeşitleri her iki enstitü tarafından geliştirilmiş olmasına karşın, yine de daha çok geçit bölgelerine kaymasına neden olan sıcaklık ilişkisi sadece kışa dayanıklılık farkıyla değerlendirilemez. Makarnalık çeşitlerin yavaş gelişme tabiatlarıyla sıcaklık birikimleri arasında da ilişki olduğu, bununla serin dönemlerde gelişmeyi yavaşlatarak su kullanma etkinliklerini azalttığı görülmektedir. Son dönemde geliştirilen makarnalık buğday çeşitlerinin eskilere oranla nispeten daha erkenci olmaları ve daha iyi kardeşlenmelerinin, yarı kurak bölgelerde bile eski çeşitlerden daha yüksek verim düzeylerine ulaşmalarında en önemli etken olduğu söylenebilir. Akdeniz tipi iklim bölgelerinde yüzeye yakın köklerin de yağışları değerlendirmede önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Motzo vd., 1992; Sadras and Rodriguez, 2007). Özetle, kök ve gövde gelişimi yavaş olan çeşitler, erken dönemde az su kullanıp bunu verimleri için bel bağladıkları geç dönem verim unsurları için kullanma yolunu seçmekte, ancak yeterli su depolama kapasitesine sahip olmayan yüzlek tarlalarda yeterli suyu bulamadıkları için beklenen verimi verememektedirler. Avustralya' da yapılan çalışmalarda, çim köklerinde ksilem borusunun çapını daraltarak erken su kullanımını yavaşlatmanın, geç dönemde oluşabilecek kuraklık stresine karşı nem tasarrufu sağlayabileceği sonucuna ulaşılmışsa da (Passioura,1972; Richards and Passioura, 1989), bu yaklaşımın yeterli su depolama kapasitesine sahip derin profilli tarlalarda katkı sağlama şansı olsa bile, Orta Anadolu' da yaygın olarak bulunan su depolama kapasitesi düşük kır bayır tarlalarda yarar sağlaması kuşkuludur.

Son olarak, her ne kadar kontrollü koşullarda yapılmış çalışmaların tarla koşullarındaki kök gelişmesini her zaman temsil etmeyebileceği belirtilmişse de, Eskişehir' de değişik dönemlerde yapılmış 3 çalışmada da Ak 702 çeşidinin, tüm çeşitler arasında en hızlı ve en derin kök geliştiren çeşit olduğunun belirlenmiş olması önemli bulunmuştur. 1970 öncesinde derin saksılarda (Fahri Altay, kişisel görüşme), 1990' lı yıllarda ise hem su kültüründe hem de sera saksılarında yapılan değerlendirmelerde, erken dönemde derin kök geliştirme açısından Ak 702' nin birinci sırayı alması tesadüf olamaz. Bu nedenle, kök gelişmesi konusunda ayrıntı çalışması yapmak isteyenlerin, bu çeşidi de değerlendirmeye almaları önerilir.

BİTKİ BOYU:

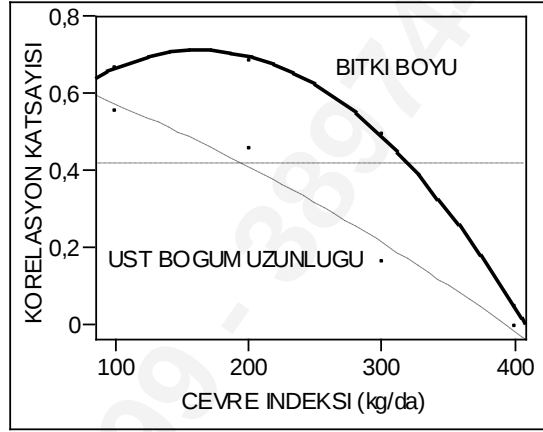
Uzun boylu çeşitlerin kısa boylulara oranla kurak koşullara daha uyumlu oldukları çok sayıda araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Fischer and Maurer, 1978; Sojka vd., 1981). Ancak, kurak koşullara dayanıklı olan bu çeşitlerin uzun boyları nedeniyle yatmaya karşı dayanıklı olmadıkları, bu nedenle optimal koşullarda yüksek verimli olmadıkları da bilinmektedir. 1994-1996 yılları arasında, Eskişehir ve Konya' da su uygulamasıyla oluşturulan toplam 16 çevrede 19 buğday çeşidinden alınan verimler (Kalaycı vd, 1997) kullanılarak stabilite analizi (Finlay and Wilkinson, 1963)

yapılmış, çeşitlerin regresyon denklemlerinden 100 ile 400 kg / da arasında değişen çevre indeksleri için hesaplanan verimleri ile bitki boyları ve üst boğum arası uzunlukları karşılaştırılarak elde olunan korelasyon katsayıları Çizelge 14’ de verilmiştir. Bu ilişki Şekil 6’ da da grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 14. Buğday çeşitlerinin boyları ve üst boğum arası uzunlukları ile değişik çevre indeksi değerlerinde beklenen verimleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Bitki Boyu	Çevre İndeksi (kg / da)			
	100	200	300	400
Üst Boğum Arası Uzunluğu	0,67**	0,69**	0,50*	ö.d.
Bitki Boyu	0,56*	0,46*	ö.d.	ö.d.

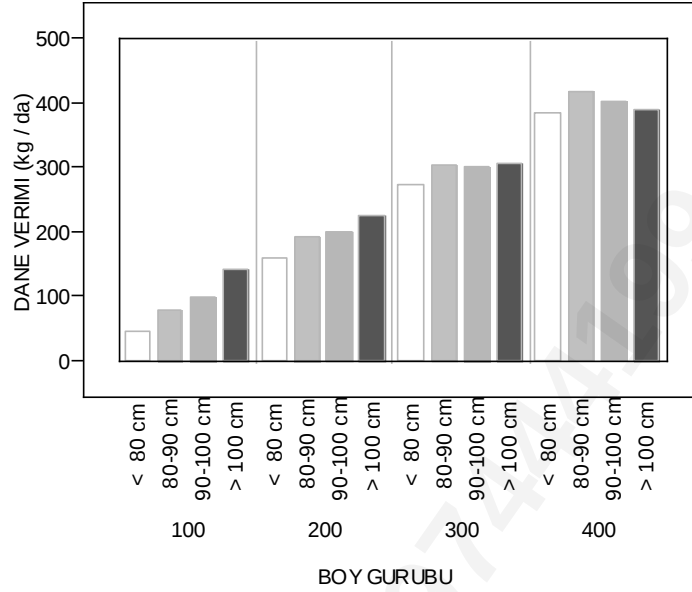
**P=0,01 düzeyinde önemli;*0,05 düzeyinde önemli;ö.d. 0,05 düzeyinde önemli değil.



Şekil 6: Buğday çeşitlerinin boyları ve üst boğum arası uzunlukları ile değişik çevre indeksi değerlerinde beklenen verimleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Şekilde görülen yatay çizgi, ilişkinin en az $p = 0,05$ düzeyinde önemli olabilmesi için gerekli korelasyon katsayısını göstermektedir. Buradan, bitki boyu ve üst boğum arası uzunluğu düşük verim koşullarında verimle olumlu ilişki verirken, verim düzeyleri yükseldikçe bu etkinin azaldığı, ve bitki boyunun 300, üst boğum arası uzunluğununsa 200 kg/da çevre indeksi değerlerinin üzerindeki ortamlarda artık etkili olmadığı anlaşılmaktadır. Eğimlerin olumsuz ilişkiye doğru yönelmesinde, 350-400 kg/da verim düzeyine ulaşılan denemelerde uzun boylu çeşitlerin yer yer yatma göstermesi de etkili olmuştur.

Bitki boylarına göre 4 ayrı guruba bölünen çeşitlerin, değişik çevre indekslerinde beklenen verimleri Şekil 7’ de gösterilmiştir.



Şekil 7: Değişik bitki boyuna sahip buğday çeşitlerinin, farklı verim düzeylerine sahip çevrelerde vermesi beklenen verimler.

Çeşit seleksiyonları genellikle optimal koşulları yansıtan enstitü arazilerinde yapıldığı için, çeşitler optimale yakın koşullardaki bitki boylarına göre gruplandırılmışlardır. Şekil 7’ de, uzun boylu çeşitlerin düşük verimli çevrelerde büyük üstünlüğü, bu üstünlüğün giderek azalması ve 250 kg/da’ ın üzerindeki çevrelerden itibaren ortadan kalkması, ancak 400 kg/da çevre indeksinde bile 80 cm’ nin altında optimal boyu olan çeşitlerin başarılı olamaması, bu çevrelerde 80-90 cm boyundaki çeşitlerin üstünlüğü dikkati çekmektedir.

Uzun boylu çeşitlerin kurak koşullarda daha uyumlu olmasının nedenlerinden biri olarak, genellikle koleoptil uzunluklarının da daha fazla olması (Whan, 1976; Kirby, 1993) ve bunun da onlara kötü koşullarda avantaj sağlaması gösterilmektedir. Ayrıca, dane doldurma sırasında yaşanan sert kuraklık (ve sıcaklık) baskılarında önemli olabilen gövdeden rezerv translokasyonunun da uzun boylu çeşitlerde daha fazla olduğu bildirilmiştir (Blum vd., 1994). Eskişehir’ de yürütülen bir çalışmada ise translokasyon tek başına bitki boyu ve üst boğum arası uzunluğuyla istatistiksel önemli düzeyde ilişki vermemiş, ancak sap dolgunluğuna bir ölçü olarak alınan yatay kesit dolu alanıyla bu uzunlukların çarpımı sonucu elde olunan rezerv hacmi değerleriyle $p=0,05$ düzeyinde olumlu ilişki vermiştir. İlişkinin daha yüksek düzeyde olmasına başaklanma tarihi farklılıklarının engel olduğunun anlaşılması üzerine Stepwise yöntemiyle çoklu regresyon analizi yapılarak başaklanma tarihlerinin de denkleme katılması ilişkinin önemlilik düzeyini $p = 0,01$ düzeyine yükseltmiştir. Bu konu ilgili bölümde daha ayrıntılı olarak tartışılacaktır.

YAPRAK ÖZELLİKLERİ:

Bitkinin fotosentezi gerçekleştiren toplam yeşil alanı içinde en büyük paya sahip olan yapraklar, aynı zamanda transpirasyon sonucu suyun en fazla kaybolduğu yüzeyleri de oluşturduğundan, hem potansiyel verim koşullarında, hem de kurak koşullarda çok büyük önem taşımaktadır. Geleneksel olarak bir metrekaare toprak alanına isabet eden toplam metrekaare yaprak alanı olarak tanımlanan Yaprak Alanı İndeksi (YAI), bazı araştırmacılar (ve bu arada FAO) tarafından birim alandaki toplam yaprak alanının yarısı olarak tanımlanmaktadır (Chen and Black, 1992). Sonuçta mutlak değer olarak hangisi alınırsa alınsın, tıpkı verim gibi birden fazla unsurun bileşimi olan YAI bu nedenle yalnızca bütün olarak değil, tek tek kendisini oluşturan unsurlar itibarıyla da çok sayıda araştırmaya konu olmaktadır. YAI, pratik bir yaklaşımla değerlendirildiğinde, ortalama yaprak alanı (tek yaprakların), sap başına yaprak sayısı ve birim alanda sap sayısı gibi 3 bileşene ayrılabilir.

Tek bir yaprak ele alındığında, bu da yaprak boyu ve eni olmak üzere 2 bileşenden oluşmaktadır. Bizde ve dünyada çeşit ıslah çalışmalarında genellikle yaprak eni daha büyük ilgi görmüş, yaprak boyu nispeten daha az incelenmiştir.

Bunda da göze dayalı seleksiyon işlemlerinde yaprak enini değerlendirmenin çok daha kolay olması yanında, çeşitlerin değişik çevrelere adaptasyonu konusunda enin boydan daha önemli olduğuna ilişkin genel kanı etkili olmuştur. Bir önceki bölümde sözü edilen çalışma kapsamında, 19 ekmeklik buğday çeşidinin değişik çevre indeksleri için hesaplanan verimleriyle, Eskişehir’ de optimal koşullarda ölçülen ana sap bayrak yaprağı en ve boyları karşılaştırılmış ve elde olunan korelasyon katsayıları Çizelge 15’ de verilmiştir.

Çizelge 15. Buğday çeşitlerinin ana sap bayrak yaprağı en ve boyları ile değişik çevre indeksi değerlerinde beklenen verimleri arasındaki korelasyon katsayıları.

	Çevre İndeksi (kg / da)			
	100	200	300	400
Yaprak Eni	- 0,68**	- 0, 58**	ö.d.	ö.d.
Yaprak Boyu	ö.d.	0,48*	0,46*	ö.d.

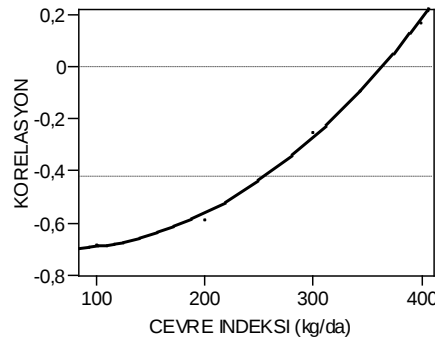
**P=0,01 düzeyinde önemli;*0,05 düzeyinde önemli; p = 0,05 düzeyinde önemli değil.

Uzun boyluluğun olduğu gibi, dar yapraklılığın da düşük verimli çevrelerde verimle olumlu ilişki verdiği, 200-250 kg/da’ ın üzerindeki verimlerde ilişkinin önemsiz olduğu Çizelge 15’ de görülmektedir. Bu arada yaprak boyunun, enden farklı olarak, olumlu ilişki verme eğilimi dikkati çekmektedir. Yaprak eniyle verim düzeyi arasındaki korelasyonun çevre indekslerine göre gösterdiği eğilim Şekil 8’ de verilmiştir.

Şekilde görüldüğü gibi, 250 kg/da verim düzeyi ve altındaki çevrelerde olumsuz ilişki veren yaprak eni, çevre indeksi yükseldikçe olumlu etki yapmaya doğru ilerlemektedir. Bu durum, bitki boyunda olduğu gibi, yine grafik olarak Şekil 9’ da gösterilmiştir.

Grupların değişik çevrelerde vermeleri beklenen verimler incelendiğinde, dar yapraklı çeşitlerin düşük verim koşullarındaki üstünlüğü, buna karşılık 300 kg/da verim düzeyinde bu üstünlüğün ortadan kalktığı ve 400 kg/da verim düzeyinde ise en iyi sonucu 1,1 ile 1,2 cm arasında yaprak genişliğine sahip çeşitlerin verdiği görülmektedir. Daha geniş yapraklı çeşitlerin, çok daha yüksek verim düzeylerinde, örneğin sulu koşullarda ne yapacakları bilinmemekle birlikte, 400 kg/da verim düzeyinde bile fazla geniş yaprak anlamına geldiği anlaşılmaktadır.

Bu arada, çeşit ıslahçıların yaprak eni konusunda mutlak değerlere itibar etmektense, değişik koşullara uyumluluğu konusunda bilgi sahibi oldukları standartlara oranla değerlendirme yapmaları daha ihtiyatlı bir yaklaşım olarak görülmektedir. Çünkü yılın çevre koşulları yaprak eni üzerine büyük etki yapmaktadır. Bunu açıklayabilmek için, Eskişehir’de değişik zamanlarda yapılmış 3 ayrı denemeden en az ikisinde müşterek olan çeşitlerin bayrak yaprak enleri Çizelge 16’da verilmiştir.



Şekil 8: Buğday çeşitlerinin ana sap bayrak yaprağı enleri ile değişik çevre indeksi değerlerinde beklenen verimleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Çizelge 16. Değişik dönemlerde kurulan denemelerde elde olunan, bazı buğday çeşitlerinin bayrak yaprak enleri.

ÇEŞİT	Bayrak Yaprak Eni (cm)			
	(Kalaycı vd) (1995-1996)	Çekiç (2007)		Çakmak (2010)
		Kuru	Sulu	
Gerek 79	0,87	1,00	1,08	1,42
Bezostaya 1	1,39	1,23	1,48	1,73
Kutluk 94	1,05	1,17	1,33	-
Kırgız 95	0,99	1,05	1,18	-
Ak 702	0,92	-	-	1,43
Dağdaş 94	1,18	-	-	1,64
Kate-A-1	1,19	-	-	1,55
*Verim (kg/da)	335	287	402	468

*Verim değerleri, her bir denemede yer alan tüm çeşitlerin ortalaması olup, sadece genel verim düzeyleri hakkında bilgi vermek için dahil edilmişlerdir.

Çizelgede görüldüğü gibi, ekolojik koşullar yaprak eni üzerine büyük etki yapmakta ve bu da elde olunan verime yansımaktadır. Ancak, genotipler karşılaştırıldığında, yıllar ve uygulamalar arasındaki büyük farka rağmen çeşit sıralamasının değişmemesi bu özelliğin büyük ölçüde genotipik olduğunu göstermektedir. Bu değerlerin burada verilmesinin nedeni, ıslah çalışmalarında seçim yapılırken, mutlak değerlerden çok göreceli değerlere itibar edilmesi gerektiğini açıklayabilmektir. Bu arada, yaprağın hangi noktasından ölçüm yapıldığı da denemeler arasında fark yaratacaktır. O nedenle, yukarıda da belirtildiği gibi, denemeleri karşılaştırmaktan çok, aynı denemedeki genotipleri karşılaştırmak gerekecektir.

1990'lı yıllardaki denemede, yaprak eninin başka hangi genotipik özelliklerle ilişkili olabileceği araştırıldığında, birim alanda başak sayısı ile bayrak yaprak eni arasında $r = -0,80^{**}$ gibi yüksek düzeyde olumsuz ilişki bulunmuştur. Bu da iyi kardeşlenen çeşitlerde genellikle yaprakların nispeten dar olduğu şeklindeki önbilgiyi doğrulamaktadır. Bu durumda, yaprak eninin verimle ilişkisinin doğrudan bir ilişki mi yoksa birim alandaki başak sayısının Orta Anadolu kurak koşullarında verime en önemli katkısı yapan unsur olmasından kaynaklanan dolaylı bir ilişki mi olduğu anlaşılamadığından, Stepwise çoklu regresyon analizi denenmiştir. En düşük ve orta verim düzeyindeki çevre indeksleri için hesaplanan verimlerin bağımlı değişken olarak alındığı analizlerde, program, beklenene üzere, ilk unsur olarak birim alandaki başak sayısını aldıktan sonra, yaprak enini denkleme dahil etmemiştir. Bu durum, asıl verim farkının fertil kardeş sayısından kaynaklandığını, benzer fertil kardeş sayısına sahip çeşitlerin ele alınacağı bir başka çalışmada, yaprak enindeki varyasyonun bu kadar büyük olmayabileceğini göstermektedir.

YAI değerini belirleyen ikinci unsur sap başına yaprak sayısıdır ki bu da genotipin vejetatif gelişme süresi ve fillokron tarafından belirlenmektedir (Cao and Moss, 1989). Aynı saptaki birbirini izleyen 2 yaprağın aynı gelişme düzeyine geldikleri zamanlar arasındaki süre olarak tanımlanan fillokronun büyük ölçüde sıcaklık tarafından belirlendiği ifade edilmektedir (Cao and Moss, 1989; Rickman and Klepper, 1991). Ancak şiddetli kuraklıkların fillokronu uzatıp yaprak sayısını azaltabileceği de rapor edilmiştir (Krenzer vd., 1991; Cutforth vd., 1992; Simane vd., 1993). Frank ve Bauer (1995) hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayda fillokron açısından genetik varyasyon bulunduğunu ifade etmişlerdir. Eskişehir'deki denemede de, sap başına yaprak sayıları ile değişik genotipik özellikler arasında ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Bu çalışmada, sap başına yaprak sayısı yönünden genotipik varyasyonun çok düşük olduğu görülmüştür. Başaklanma tarihi ile sap başına yaprak sayısı arasında istatistiksel önemli düzeyde ilişki bulunmakla birlikte etkinin çok küçük olduğu, 1 tek fazla yaprağın karşılığının başaklanmada 11 gün gecikmeyle açıklanması üzerine bunun bizim koşullarımızda pratikte bir yararı olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu noktada bir ayrımı belirtmek gerekmektedir. Çünkü çoğunlukla temel araştırma kapsamında yapılan bu araştırmalar, genellikle ana saptaki yaprak sayısını incelemektedir. Oysa tarla koşullarında birim alandaki sap sayısı da birim alandaki yaprak sayısını belirleyen unsur olarak devreye girmektedir. Yaprak örneklemeleri yoluyla ve yaprakların hem ortalama bireysel alanını, hem de birim alandaki toplam yaprak sayısını kullanarak hesaplanan YAI değerleri, aynı tarladan alınan verimlerle önemli korelasyon vermemiştir. Bunun nedeni, önemli olanın toplam YAI değerinden çok, bu yaprakların ışıklanmadan yararlanabilme gücü olmasıdır. Fotosentetik olarak aktif radyasyondan (PAR) yaprakların yararlanabilmesi ise sadece yaprak alanıyla belirlenmemekte, yaprak geometrisi, yani üst yaprakların alttaki daha yaşlı yaprakların ışık almasına ne kadar engel olduğu da önemli olmaktadır. Bu durum, çeşitlerin kurak ve optimal koşullardaki performans sıralamasının gösterdiği değişikliği de az çok açıklamaktadır. Kurak bölgelerde temel kısıtlayıcı faktör su olunca birim alanda fertil kardeş sayısı öne çıkarken, suyun kısıtlanmadığı koşullarda asıl belirleyici unsur radyasyondan yararlanma etkinliği ve alınan her birim radyasyon başına oluşturulan kuru madde olarak tanımlanan fotosentez etkinliği olmaktadır. Bununla doğrudan doğruya çeşidin verim potansiyeliyle bağlantılı bir özellik olduğu bilinmektedir. Yaprakların dik büyüme özelliğinin, genotiplerin verimi üzerine olumlu etki yaptığı (Innes and Blackwell, 1983), bununla muhtemelen alt yaprakların daha iyi ışık alması sonucunda yaşlı yapraklarda kurumayı geciktirmesinden kaynaklandığı (Austin, 1976) belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda da, Konya'da gözle ve 1-3 iskalasına göre değerlendirilen yaprak diklikleri, hem Konya'da hem de Eskişehir'de elde olunan kurudaki verimlerle daha kurak olan birinci yılda ilişkili bulunmazken, ikinci yılda Konya ve Eskişehir verimleriyle, sırasıyla, $r = 0,49^*$ ve $r = 0,45^*$ düzeyinde korelasyon vermiştir.

Yaprakların alanla ilgili özellikleri dışında bazı anatomik ve morfolojik özelliklerinin de gerek fotosentetik potansiyel, gerekse su tüketimi açısından önemli olduğuna ilişkin görüşler belirtilmiştir. Bunlar arasında, yaprak mumsuluğu, tüylülüğü, kalınlığı, yaprak kıvrılması (Richards, 1996) ve yaprak renginin (van Oosterom and Acevedo, 1992) önemli etki yapabileceği şeklinde bulgular vardır. Bunlardan muhtemelen en çok araştırılmış ikisi olan yaprak mumsuluğu ve yaprak kıvrılması özelliklerine ilişkin çalışmalar, daha çok transpiratif nem kayıplarıyla bağlantılı olduğundan, bu konularda dünyada ve ülkemizde yapılan araştırmalardan fizyolojik özellikler bölümünde söz edilecektir. Yaprak kalınlığı genellikle yaprak özgül ağırlığı ile bağlantılı değerlendirilmektedir. Birim yaprak alanının kuru madde olarak ağırlığı şeklinde (g / cm^2) tanımlanan yaprak özgül ağırlığı kalın yaprak anlamında kütikula transpirasyonu açısından değerlendirilirken, bunun tersi olan yaprak özgül alanı, yani yaprak alanının ağırlığına bölünmesi (cm^2 / g) ince ve geniş yaprak anlamına geldiğinden erken dönemde toprak yüzeyini kapatma (Richards, 1996) ve bu arada fotosentez etkinliği açılarından (Dornhoff and Shibles, 1976) önemli bulunmaktadır. Buna karşılık Asseng vd. (2003) yaprak özgül alanındaki artışın optimal koşullar dışında verimi olumsuz etkilediğine dair araştırma bulgusu rapor etmişlerdir.

FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER:

YAPRAK KIVRILMASI (LEAF ROLLING):

Yaprak kıvrılmasının, kuraklıkla karşılaşan bitkilerin transpiratif yüzeylerini daraltarak su kaybını azaltma çabasının sonucunda ortaya çıkan bir durum olduğu bilinmektedir. Bu konuda çok sayıda araştırma sonucu yayınlanmıştır. Yaprak kıvrılmasının bitkilerde transpirasyon oranını büyük ölçüde azalttığına dair çok sayıda literatür bulgusuna karşılık, Jones (1979) yaprak kıvrılmasının yaprak su potansiyeliyle ilişkili bulunmadığını, yaprakların morfolojik özellikler yönünden gösterdikleri farklılıkların bu ilişkinin tespitini zorlaştırdığını belirtmiştir. Hsiao vd. (1984) çeltikte yaprak kıvrılmasını geç başlatan çeşitlerin seçilmesinin fotosentez etkinliğini arttırdığını, ozmotik düzenleme gücü yüksek çeşitlerde yaprak kıvrılmasının daha az olduğunu bildirmiştir. Clarke (1986) tarlada yetiştirilmiş bitkilerden ayrılmış yapraklarla laboratuvar ortamında yaptığı denemede, aynı genotiplerin baskı uygulayarak yaprak kıvrılması engellenmiş ve engellenmemiş yapraklarının su kayıplarını karşılaştırmıştır. Sonuçta aynı genotipin kıvrılması engellenmiş yapraklarında % 9 il 49 arasında daha fazla su kayb olduğunu, kıvrılmanın su kaybına etkisi yönünden bir genotipik varyasyonun olduğunu ancak bunun tarlada elde olunan verimlere yansımadağını belirtmiştir.

Yukarıda verilen örneklerde görülen farklı sonuçlar bazı soruları gündeme getirmektedir. Tek bir genotip ele alındığında, yaprak kıvrılmasının daha büyük su kayıplarını engellediği bu sonuçlardan açıkça görülmektedir. Ancak konu genotipleri karşılaştırmaya geldiğinde, kuraklık karşısında yapraklarını kıvrarak korunmaya çalışan çeşitlerin genelde kurak koşullara uyumlu olduğunu söylemek ne derece doğrudur? Bir önceki bölümde yaprak boyutları

verilen 19 çeşidin 1994-1995' de Konya' da Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Enstitüsü' nde yaprak kıvrılmaları gözle ve 1-3 ıskalasına göre değerlendirilmiştir. Yapılan karşılaştırmalarda, yaprak kıvrılma oranları yaprak genişlikleriyle $r = 0,48^*$ düzeyinde, başaklanma tarihiyle ise $r = 0,44$ ($p < 0,06$) düzeyinde olumlu korelasyon vermiştir. Ayrıca, çalışmada yer alan ve tamamına yakını tescilli ve kurak bölgelere uyumluluk uyumsuzluk dereceleri bizim tarafımızdan zaten bilinen çeşitlerin bu konudaki durumları karşılaştırıldığında şu sonuca varılmıştır: Orta Anadolu koşullarında, yaprak kıvrılması kurak koşullara uyumluluğun göstergesi olmaktan çok, hassas çeşitlerin bir savunma mekanizması olarak görülmüştür. Genellikle geniş yapraklı ve orta geççi-geççi çeşitlerde bu özelliğin görülmüş olması bir konuyu açmamızı gerektirmektedir. Bu çalışmada, kuru koşullar için geliştirilmiş çeşitler yanında, varyasyonu geniş tutmak için sulu veya yüksek yağış koşulları için geliştirilmiş çeşitler de yer almıştır. Ancak Orta Anadolu' ya oranla daha yüksek yağışlı bölgelerde de (örneğin Trakya bölgesi) yağışların erken kesilmesi ve/veya sıcaklık baskısı nedeniyle oluşan su sıkıntıları söz konusu olabildiğine göre, bu çeşitlerin tescil aşamasına kadar gelebilmelerinde bu tür savunma mekanizmalarının ne derece rolü olmuştur? Gen havuzundan rasgele seçilen materyalle yapılan bir çalışmada bu sonuçlar elde edilemeyebilir. Bu nedenle bu tür çalışmaların mutlaka bölgelere belli düzeyde uyum sağlamış çeşitlerle yapılmasının önemi Reynolds (2002) tarafından da vurgulanmıştır. Özet olarak, Orta Anadolu koşullarında bu özellikle verim arasında ilişki arayışı, ancak kurak koşullara uyumlulukla ilgili daha önemli parametreleri (erkencilik, boy, yaprak özellikleri) yönünden benzer çeşitlerin karşılaştırılacağı bir araştırmaya konu olabilir.

YAPRAK SU TUTMA KAPASİTESİ (LEAF WATER RETENTION):

Kuraklık stresi altında bitkilerin stomalarını büyük ölçüde kapadıkları koşullarda, kütikula yoluyla transpirasyon, toplam transpirasyon içinde önemli oranlara ulaşabilmektedir (Rawson and Clarke, 1988) ve kütikula transpirasyonu düşük çeşitlerin kurak koşullara karşı kendilerini daha iyi savundukları belirtilmektedir (Clarke and Townley-Smith, 1986). Bitkiden ayrılmış yapraklarda oluşan su kayıpları, tarlada kuraklık halindeki kayıplarla benzerlik gösterdiğinin belirlenmesi ve çalışmanın nispeten kolay ve pratik olması nedeniyle çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Bu arada, Sinclair ve Ludlow (1986) tam olarak kapanmamış olan stomaların da bu kayıpta payı olduğunu belirtmiş, bunun üzerine, bitkiden ayrılmış yapraklarla yapılan çalışmalarda oluşan su kayıpları bazı araştırmacılar tarafından epidermal transpirasyon olarak adlandırılırken (Muchow and Sinclair, 1989), bazı araştırmacılar bakiye (*residual*) transpirasyon terimini tercih etmişlerdir (Clarke and Richards, 1988). Bitkiden ayrılmış yaprakların kurumaya terk edilmesi ve değişik sürelerdeki ağırlık kaybını belirleyerek yapılan su kaybetme oranlarına ilişkin çalışmalar, farklı araştırmacılarca farklı sıcaklık ve süreler kullanılarak yapılmış ve yapılmaktadır. Örneğin, Clarke and McCaig (1982) 20 °C sıcaklıkta 24 saat sürdürdükleri çalışmada değişik sürelerle ağırlık ölçümü yapmış ve en iyi genotip ayırımına izin veren varyasyonun 6 ile 10 saat arasında elde olduğunu belirtmişlerdir. Bir başka araştırmada, yapraklar 28 °C' de 6 saat kurutulmuştur (Lugoan and Siulca, 2011). Daha yüksek sıcaklıklarda ve daha kısa sürelerle yapılan çalışmalara da rastlanmaktadır.

Clarke and McCaig (1982) 25 ekmeklik, 16 makarnalık olmak üzere 41 buğday çeşidi ve 52 makarnalık buğday hattıyla yaptıkları çalışmada, yaprak su tutma kapasitesiyle dane verimi arasında küçük olmakla birlikte istatistiksel anlamda önemli ilişki bulduklarını belirtmişlerdir. Lugoan and Siulca (2011) yaprak su tutma kapasitesi açısından ıslah çalışmalarında kullanmak için yeterli düzeyde genotipik varyasyon bulunduğunu ifade etmektedir. Başka bir araştırmada, yapraklardan bu şekilde su kaybı oranlarının yaprak mumsuluğuyla da alakası olduğu, mumsuluğu fazla yapraklarda kayıpların % 10 daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Clarke and Richards, 1988). Yaprak mumsuluğu konusu açılmışken, bir konuyu belirtmekte yarar olabilir. Yaprak mumsuluğu (*waxiness*) ve pusluluğu (*glaucousness*) çoğu zaman birbirinin yerine kullanılmakla birlikte farklı şeylerdir. Mumsuluk kütikula tabakasının üzerini kaplayan mumsu tabakayı tanımlarken, pusluluk bunun dışı yansıyan görüntüsüdür. Ancak gözle yapılan değerlendirmelerde, mumsuluk analize belirlenmediği için, mumsuluğun verdiği puslu görüntü değişik ıskalalara göre değerlendirilmekte ve mumsuluğa bir ölçü olarak kabul edilmektedir. Kütikula transpirasyonunu belli bir düzeyde sınırlandırabilmek için bu kütikula üstü (*epicuticular*) mumsu tabakanın kalınlığı ve oranı da bu konuda etkili olabilir. (Johnson vd.,1983). Mumsuluğun sadece buharlaşmaya dayalı nem kaybı yönünden etkisinin değil, radyasyonu geri yansıtarak yaprak ısısının yükselmesini sınırlandırıcı özelliğinin de önemli olduğu ve kuraklık koşullarında mumsuluğun arttığı belirtilmektedir (Uddin and Marshall 1988). Tahıllar içinde en fazla mumsuluk ihtiva edenin, bir sıcak iklim tahılı olan sorgum olduğu (57,7 mg/g), bu değer makarnalık buğdaylarda ise lokasyona bağlı olarak 25,0-37,5 mg/g arasında değiştiği bildirilmiştir (Burrow vd., 2008).

Konya’ da gözle ve 1-3 ıskalasına göre yapılan değerlendirmeler, diğer çeşit özellikleriyle karşılaştırıldığında, yaprak kıvrılması için söylediğimiz şey bir kez daha gündeme gelmektedir. Çünkü yaprak genişliğiyle pusluluğu arasında $r = 0,75^{**}$ gibi çok yüksek korelasyon bulunmuştur. Bu durum, daha önce yaprak kıvrılması için söylediğimiz şeyin pusluluk için de geçerli olduğunu göstermektedir. Bu özelliğin olumlu etkisi varsa bunu görebilmek ancak fenolojik ve morfolojik parametreleri benzer çeşitleri kendi aralarında karşılaştırmakla mümkündür. Aksi halde tüm materyal üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda mumsuluğun, kurak koşullara uyumluluk açısından daha önemli diğer parametrelerle verdiği negatif ilişki nedeniyle olumsuz sonuç vermesi muhtemeldir. Nitekim, Trakya bölgesinde yapılan bir çalışmada benzer durum görülmüştür (Başer vd., 2005).

Daha önce değişik verileri verilen proje kapsamında, Eskişehir’ de 1996 yılında yaprak su tutma kapasitesi konusunda 2 çalışma yapılmıştır. Serada yetiştirilen bitkilerden sapa kalkma öncesinde alınan gelişmesini tamamlamış son yaprakların ilk çalışmada 17, ikinci çalışmada ise 21 °C’ de kurumaya terk edilmesi ve değişik aralarla tartım yapılması şeklinde gerçekleştirilen çalışmalarda, 24 saat sonunda fırında kurutulan örneklerin başlangıçtaki nem durumlarıyla ara tartımlardaki ve çalışma sonundaki nem durumları karşılaştırılmıştır. Başlangıç neminin yüzdesi olarak ifade edilen bu değerler Çizelge 17’ de verilmiştir.

Çizelge 17. Değişik buğday çeşitlerinin bitkiden ayrılmış yapraklarının, 2 farklı sıcaklık altında ve farklı sürelerdeki nem kapsamları değişimi.

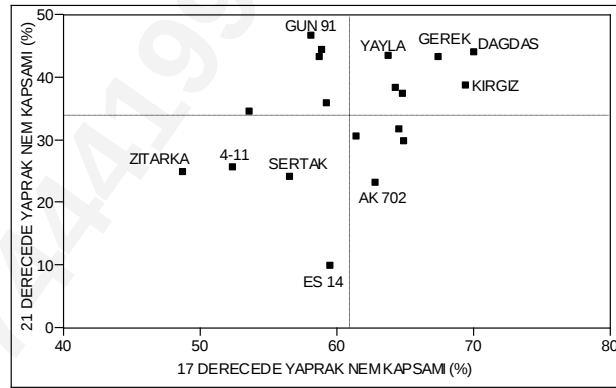
ÇEŞİT	Yaprak Su Kapsamı (Başlangıç Değerinin Yüzdesi)					
	17° C 7. Saat	17° C 13. Saat	17° C 24. Saat	21° C 3. Saat	21° C 6. Saat	21° C 24. Saat
Kıraç 66	83.6	79.4	64.6	86.1	76.9	31.5
Bolal 2973	80.1	72.6	58.7	87.1	79.0	43.1
Gerek 79	86.6	78.7	69.4	85.9	77.5	38.6
Atay 85	82.3	72.0	53.6	85.0	76.8	34.3
Es-14	81.6	76.3	59.5	80.0	68.6	9.7
4-11	80.8	69.9	52.4	82.7	71.9	25.5
Yayla 305	86.8	74.6	63.8	87.3	79.3	43.3
Ak 702	86.4	75.5	62.8	84.3	74.2	23.0
Gün 91	80.9	70.6	58.1	86.7	79.5	46.5
Kırkpınar 79	80.7	73.1	58.9	88.2	80.4	44.3
Partizanka	85.9	79.0	64.8	87.5	78.9	37.2
Kate A-1	83.6	78.2	61.4	82.9	74.2	30.4
Kutluk 94	83.4	74.5	64.9	83.4	74.6	29.6
Bezostaya 1	79.8	72.5	59.3	85.3	77.8	35.7
Dağdaş 94	81.3	77.8	70.0	88.4	81.1	43.9
Kırgız 95	85.5	78.7	67.4	86.4	78.4	43.1
91 Es SBVD 2-8	82.6	73.5	64.3	87.7	79.3	38.2
Sertak 52	79.7	71.9	56.6	81.5	70.8	24.0
Zitarka	78.0	67.6	48.7	86.1	77.3	24.7
Ortalama	82.6	74.5	61.0	85.4	76.7	34.0

Çizelge 17’de görüldüğü gibi, başlangıçta daha hızlı olan birim zamanda nem kaybı, genotipe bağlı olarak bazı değişiklikler göstermekle birlikte, genelde giderek yavaşlamıştır. Bu durum, muhtemelen, yaprakların kuruması sonucunda yaprakla oda nemi arasındaki gradientin azalması nedeniyle difüzyonun yavaşlamasından kaynaklanmıştır. 17 °C’ de elde olunan değerler, 24 saatte bile yapraklarındaki suyun yarısından fazlasını muhafaza ederken, genotipik varyasyon da bu sıcaklıkta daha düşük olmuş, düşük sıcaklıktaki bu varyasyon, tarla ve laboratuvar da yapılan diğer fizyolojik değerlendirmelerle genellikle ilişki vermezken, yaprak alanlarıyla ilişkili bulunmuştur. 21 °C sıcaklıkta da ilk 3 saat değerleri yeterli genotipik varyasyon sağlamamış, 6 saat sonunda kısmen varyasyon elde edilmekle birlikte en büyük varyasyon 24 saat sonunda elde edilmiştir. Ve diğer fizyolojik değerlendirmelerle 24 saat sonundaki su kapsamları arasında da önemli düzeyde ilişki bulunmuştur. Ancak bir noktayı belirtmek gerekmektedir. Kontrollü koşullarda değil, doğal oda sıcaklığı altında yapılan bu çalışmalarda,

son 12 saat akşam ve gece bölümlerine gelmiş olduğundan bu bölümde oda sıcaklığında düşmeler olmuş olabilir ve bu da kurumanın gecikmesinde etkili olmuş olabilir.

Çeşitler karşılaştırıldığında, 21 °C’ de 24 saat sonunda en fazla nem ihtiva edenler Gün 91 (% 45,6), Kırkpınar 79 (% 44,3) ve Dağdaş (% 43,9) olurken, en az nem kapsamı olan çeşitse ES-14 (% 9,7) olmuştur. Yani ES-14 bu sıcaklıkta 24 saat sonunda yapraklarındaki nemin % 90’ ından fazlasını kaybetmiştir.

Burada verilen değerlere bakan ve Orta Anadolu’ da buğday araştırmacısı olarak çalışan herhangi bir kişi, bu verilerin kurak koşullara uyumlulukla alakası olmadığını düşünebilir. 17 °C’ de 24 saat sonunda en fazla nem ihtiva eden çeşitlerin Dağdaş, Gerek ve Kırgız; en az nem ihtiva edeninse Zitarka olduğunu söyleseydim bu kuşkusuz çok daha mantıklı gelecekti. Bu farklılığın nedeni üzerine düşünüldüğünde, hangi parametrelerin ne zaman ve hangi şiddette oluşan kuraklık halinde daha önemli olduğu konusuna gelinmektedir. Çünkü, ne morfolojik ne de fizyolojik hiçbir özellik kuraklığın bütün şekillerine karşı dayanıklılık sağlayamamakta, stabil çeşit arama çabalarında bu parametrelerin en etkililerini bir araya getirebilme konusu önemli olmaktadır. Tüm parametreler işlenip sonuca gelindiğinde tartışılacak bu konuyla ilgili olarak şimdilik söylenebilecek şey şudur. Fizyolojik parametreler, genellikle gelişmenin geç dönemlerinde ve sıcaklıkla birlikte gelen kuraklığa karşı dayanıklılıkta öne çıkarken, Orta Anadolu’ da mevsimin geneline yayılan orta şiddetteki su sıkıntılarına karşı ise morfolojik ve fenolojik parametreler daha önemli olmaktadır. Bu nedenle, yukarıda verilen değerlerden 17 °C’ de elde olunanlar 1994-1995 ve 1995-1996 yıllarında Konya’ da elde olunan tarla deneme sonuçlarıyla daha yüksek korelasyon verirken, 21 °C’ de elde olunanlarsa 1994-1995’ te Eskişehir’ de elde olunan sonuçlarla daha iyi ilişki vermişlerdir. Çünkü daha önce de belirtildiği gibi, profili aspir ön bitkisiyle kurutulduğu için çok daha şiddetli kuraklık yaşayan Eskişehir’ de kuraklık şiddeti % 43,4 olurken, Konya’ da kuraklık şiddetleri % 16,2 ve 29,4 olmuştur. Çeşitlerin her şiddet düzeyine karşı az çok korunaklı olmaları verim stabilitesi açısından istenen bir özellik olduğuna göre, çeşitlerin 2 farklı sıcaklıktaki durumlarını birlikte görmekte yarar vardır. Bu amaçla, çeşitlerin iki farklı sıcaklıkta 24 saat sonundaki yaprak nem kapsamları, başlangıçtaki nemlerinin yüzdesi olarak Şekil 9’ da gösterilmiştir.



Şekil 9: Bitkiden ayrılmış yaprakların 17 ve 21 °C oda sıcaklıklarında, 24 saat sonundaki nem kapsamı (başlangıçtaki nemlerinin yüzdesi olarak).

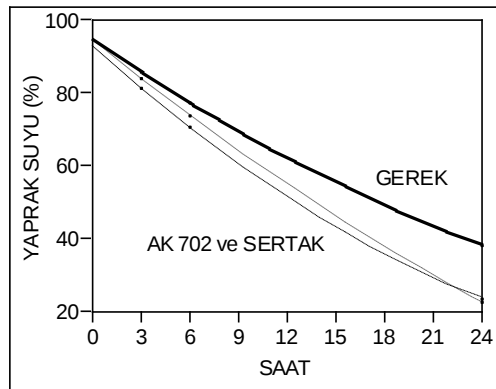
Şekilde belirtilen çeşitlerin durumlarıyla ilgili yoruma girmeden önce, 17 °C deki nem kapsamlarının, çeşitlerin yaprak genişlikleriyle $r = -0,48^*$ düzeyinde istatistiksel önemli ilişki verirken, 21 °C’ deki nem kapsamlarının, doku dayanıklılığının bir göstergesi olduğu ifade edilen paraquat hassasiyeti indeksi değerleriyle $r = -0,50^*$ düzeyinde ilişki verdiğini hatırlatmakta yarar olabilir. Denemede yer alan ve olumlu ya da olumsuz yönde öne çıkan bazı çeşitlerin paraquat hassasiyeti indeksleriyle, 21 °C’ de 24 saat sonundaki yaprak nem yüzdeleri Çizelge 18’ de verilmiştir.

Çizelge 18. Bazı buğday çeşitlerinin, paraquat hassasiyeti indeksi ve 21 °C’ de 24 saat sonunda yaprak nem kapsamı (başlangıçtaki nemlerinin yüzdesi olarak).

Çeşit	Paraquat Hassasiyeti İndeksi	Yaprak Nem Kapsamı (%)
Gün 91	0,41	46,5
Dağdaş 94	0,94	43,9
Kırgız 95	0,73	43,1
Gerek 79	0,68	38,6
4-11	1,02	25,5
Sertak 52	1,55	24,0
Ak 702	1,36	23,0
Es-14	1,44	9,7

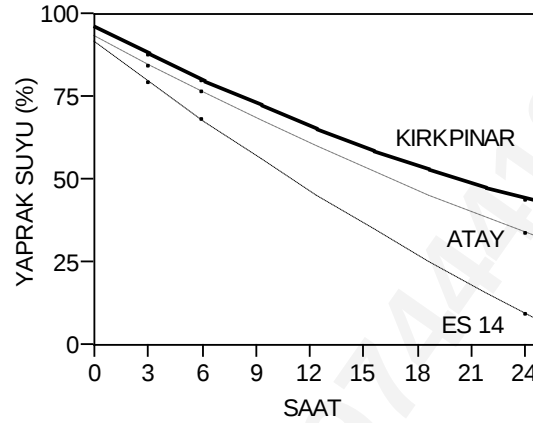
Çizelgede görüldüğü gibi, üstte yer alan 4 çeşidin 4’ ü de hem 1’ in altındaki indeks değerleriyle paraquat toleransına, hem de % 38’ in üzerindeki nem kapsamlarıyla yüksek sıcaklıkta daha iyi yaprak su tutma kapasitesine sahiptir. Altta yer alan 4 çeşit içinse durum bunun tam tersidir. Çizelge 18’ de değerleri verilen çeşitler arasında, kuru koşullar için değil, sulanır koşullar için geliştirilmiş ve bu çalışmaya sadece varyasyonu geniş tutmak için alınmış olan ES-14’ ün durumu beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Çizelgedeki hassas çeşitlerden asıl tartışılması gereken, topbaş gurubu (*club wheat*) içinde yer alan Ak 702 ve Sertak 52’ nin durumudur. Yıllarca Orta Anadolu’ da ekilmiş olan bu 2 çeşidin, özellikle çok daha yaygın ekiliş alanlarına ulaşan, Gerek 79’ un yayılmaya başladığı 1980 yılları öncesinde Eskişehir ilindeki kuru üretim alanlarının % 70’ ini kaplayan Ak 702’ nin çok zayıf doku toleransına ve yüksek sıcaklıkta düşük su tutma kapasitesine rağmen bunu nasıl başardığı düşünülmesi gereken bir konu olmaktadır. Gövdeden daneye rezerv translokasyonu ve kurak koşullara uyumlulukta verim unsurları dağılımının rolü konuları tartışılırken, Ak 702’ nin bu durumu da tartışılacaktır. Şekil 9’ de görüldüğü gibi, Sertak 52’ nin, Ak 702’ den farklı olarak düşük sıcaklıktaki su tutma kapasitesinin de düşük olması, ekildikleri yıllarda neden Ak 702 çok daha yaygın alanlarda ekilirken, Sertak 52’ ninse, daha yüksek verimli çeşitler o yıllarda henüz geliştirilmiş olmadığından, genellikle yarı taban tarlalarda kendine yer bulabildiği ve daha sonra üretime intikal ettiği halde neden Ak 702’ den önce üretim alanlarından çekildiği gibi (hastalık konusu haricinde) konularda az çok açıklayıcı olabilir.

Gerek çeşidinin, tescil edildiği yıllardan itibaren Ak 702’ nin yerini almasında, verim istikrarının, bunda da erkenciliği yanında, eski çeşitlere oranla daha yüksek olan fizyolojik mukavemetinin de katkısı olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum Şekil 10’ da gösterilmiştir.



Şekil 10: 21°C oda sıcaklığında, Gerek, Ak 702 ve Sertak çeşitlerinin yaprak su oranları (değerler başlangıç değerlerinin yüzdesidir)

Bir başka ilginç değerlendirme de, aynı pedigriden ve açılan materyal olarak gelip, ilk ikisi Eskişehir’de sulu koşullar için, diğeri ise yüksek yağışlı Trakya bölgesi için tescil edilen 3 kardeş çeşidin bu konudaki farklı karşılıkları olmuştur. Bu durum da Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 11: 21°C oda sıcaklığında, Atay, ES 14 ve Kırkpınar çeşitlerinin yaprak su oranları (değerler başlangıç değerlerinin yüzdesidir).

ES 14’ün bu durumu, kurak hassasiyetiyle ilgili diğer fizyolojik parametreler açısından da görüldüğü için, bu karşılaştırma önem taşımaktadır. Her ne kadar bu 3 çeşit te sulu veya yüksek yağışlı koşullar için geliştirilmişlerse de, sulanır koşullarda bile dane doldurma döneminde sıcaklık baskısıyla birlikte oluşan kuraklıklar verimi sınırlandırabildiğinden, çeşitlerin fizyolojik yapılarının bu tür baskılardan etkilenme düzeylerinde belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim, daha önceki denemeler ve gözlemler sonucunda, diğer 2 çeşide oranla suya karşı daha fazla duyarlılığı olduğu zaten bilinen ES-14’ün bu değerleri durumu az çok açıklamaktadır.

Üzerinde durulması gereken bir başka çeşitse Gün 91 olmuştur. Çeşidi geliştiren Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Gün 91’ i kurağa dayanıklı şeklinde tanıtırken, bunun Orta Anadolu’ daki diğer enstitülerin bu konudaki gözlemleriyle fazla örtüşmemesi sonucu üzerinde düşünülen durum, fizyolojik parametreler incelendikçe açıklığa kavuşmaktadır. Yüksek sıcaklıkta su tutma kapasitesi ve doku toleransı gibi özellikleri onu geç dönemde (dane doldurma sırasında) karşılaşılabileceği sıcaklıkla birlikte gelişen kuraklık streslerine karşı toleranslı kılacak düzeyde görünmüştür. Yukarıda incelenen Ak 702’ nin tam tersine olarak fizyolojik mukavemet yönünden bu kadar iyi durumda olan bir çeşidin yine de daha geniş alanlara yayılamamasını verim unsurlarının dağılımında ve fenolojik gelişme tabiatında aramak gerekecektir. Bu çalışmada kurak koşullara uyumlu çıkmaması, geç dönem streslerine karşı fizyolojik mukavemetin tek başına Orta Anadolu’ da verim stabilitesini belirleyen bir unsur olamayacağını, ancak fenolojik ve morfolojik donanımı uygun çeşitler arasında fizyolojik mukavemeti de iyi olanların bunu başarabileceğini göstermektedir. Nitekim, Şekil 9’da görüldüğü gibi, 21°C’de su tutma kapasitesi yüksek 4 çeşitten, diğer üçü düşük sıcaklıkta da yüksek su tutma kapasitesi gösterirken, Gün’ün bunu yapamaması, geç dönemde yüksek sıcaklık nedeniyle yararlı olan fizyolojik mukavemetin, mevsimin geneline yayılmış ve nispeten daha serin dönemlerinde fazla işe yaramaması, yaprak genişliğinin bu durumda daha önemli olmasıdır. Bu nedenle de, erkencilik, yüksek fertil kardeş sayısı (bu özellik geniş olmayan yaprağı da içermektedir) kır bayır tarlaların da çok bulunduğu Orta Anadolu’ nun kır bayır tarlalarında stabilitenin en önemli unsurları olarak görülmektedir.

Bu arada Erzurum’da çok sayıda eski ve yeni çeşidin incelendiği bir denemede de (Çağlar vd., 2011), Çizelge 18’de dayanıklılığı belirtilen 4 çeşitten Dağdaş dışındaki üçünün yine dayanıklı bulunması, hassas 4 çeşitten Erzurum denemesinde yer alan tek çeşit olan Ak 702’nin orda da en hassas 2 çeşitten biri olarak çıkması, bu çeşitlerin durumunun doğrulanması anlamına gelmektedir.

OSMOTİK DÜZENLEME VE ORANSAL NEM İÇERİĞİ:

Kuraklık konusunu incelemeye başlarken, meteorolojik ve tarımsal kuraklık ayrımından söz edilmişti. Meteorolojik kuraklık yağışların kesilmesiyle başlarken, tarımsal kuraklıkta bitkilerin büyüme ve gelişmelerini optimal düzeyde sürdürebilmek için ihtiyaç duyduğu suyu yeterli miktarda bulamadığı zaman başlamaktadır.

Bitkilerin toprakta bulunan ve kökleriyle ulaşabildikleri suyu kullanmaları, toprak ve bitki su potansiyelleri arasındaki farklılık yoluyla olmaktadır. Toprakta yeterli su bulunduğunda (daha doğrusu toprak su potansiyeli yaprak su potansiyelinden büyük olduğunda) bu farkın oluşturduğu gradient dolayısıyla su topraktan bitkiye doğru hareket etmektedir. Toprakta su azaldıkça, ya da bazı durumlarda olduğu gibi, osmotik stres unsurlarının etkisiyle potansiyeli azaldıkça, bitkinin bu suyu kullanabilmek için aradaki gradienti yeniden oluşturabilmek amacıyla kendi hücrelerindeki su potansiyelini de düşürmesi gerekmektedir. Bitkide bu oluşumu sağlayan mekanizmalardan biri de osmotik düzenlemedir. Bitki bu düzenlemeyi, yapraklarında K^+ , Cl^- ve diğer bazı tuz iyonları yanında, prolin, indirgen şekerler ve diğer bazı organik osmolit konsantrasyonlarını artırarak gerçekleştirmektedir.

Osmotik düzenlemenin tanımına girmeden, 1972' de Levitt' in (Levitt, 1972) tanımladığı ve bugün de geniş anlamda benimsenen strese dayanıklılık şekillerini hatırlamakta yarar var. Bu ayrıma göre, kuraklıktan kaçış anlamına gelen erkencilik bir yana bırakılırsa, gerçek anlamdaki kurağa dayanıklılık, dehidrasyondan sakınma ve dehidrasyona tolerans şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Dehidrasyondan sakınma, adından anlaşıldığı gibi, bitkinin hücrelerindeki suyun azalmasına karşı önlem alması demektir. Dehidrasyondan sakınma genellikle 2 yolla olmaktadır. Bunlardan birincisi, hücrelerdeki suyun dışarı kaçışını engellemeye yönelik olarak hücre duvarı direncinin artırılması (*cell wall hardening*) (Neumann, 1995), diğeri ise bitkinin hücre suyundaki çözünmüş madde konsantrasyonunu arttırarak osmotik potansiyeli düşürmesi (daha yüksek negatif değere ulaştırması) ki bu ikincisi osmotik düzenleme olarak adlandırılmaktadır (Zhang vd., 1999). Bunun nedeni, topraktan bitkiye doğru su hareketinin bu iki ortamdaki suyun toplam miktarları değil serbest enerjileri (potansiyelleri) arasındaki gradientle bağlı olmasıdır. Benzer şekilde, toprakta su mevcut olduğunda bile, bu suyun içindeki tuz konsantrasyonu belli bir düzeyi aştığında, bitkinin bu suyu yeterince kullanamaması da tuzun neden olduğu osmotik gerilim nedeniyle topraktaki suyun serbest enerjisinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Blum (2005) dehidrasyona toleransın kültür bitkilerinde fazla rastlanan bir durum olmadığını, bu tolerans gücü tohumda mevcut olsa bile, çimlenmeyle birlikte kaybolduğunu açıklayarak, dehidrasyondan sakınma mekanizmaları üzerine yoğunlaşmak gerektiğini belirtmektedir.

Yukarıda açıklanan 2 sakınma mekanizmasından, hücre duvarı direnci normal üretim koşullarında görülebilecek geçici kuraklıklarda çok işe yaramamakta, çünkü hücreyi dehidrasyondan korusa bile, daha sonra büyümenin temel unsuru olan hücre büyümesine de fiziksel engel teşkil etmektedir. Bu nedenle, bu tür kuraklıklardan çok, sürekli ve kalıcı kuraklıklarda, büyümeyi zarar görmeden devam ettirmenin değil, hayatini sürdürübilmenin öncelik aldığı durumlarda yararlı olabilen bir mekanizma olarak tanımlanmaktadır (Neumann, 1995). Osmotik düzenleme kapasitesi yüksek bitkilerse geçici kuraklık dönemlerinin ardından, yağışlar ya da sulama yoluyla bitki su ihtiyacı karşılandığında önceki kurak dönemin etkisinden önemli zarar görmeden gelişmesine devam edebilmektedir. Bu nedenle de kültür bitkilerinde kurağa dayanıklılık konusunda daha çok araştırmaya konu olmaktadır.

Morgan and Condon (1986) ekmeklik ve makarnalık buğdayla yaptıkları çalışmada, osmotik düzenleme kapasitesi yüksek hatların, bu özelliğe sahip olmayan yakın izogenik hatlara oranla ekmeklik buğdayda % 11-17, makarnalıkta % 7 verim üstünlüğü sağladığını bulmuşlardır. Araştırmacılar bu hatların verim üstünlüklerini toprak profilinin 25 ve 150 cm derinlikleri arasında daha fazla su kullanarak başardıklarını belirtmişlerdir. Morgan (1991) yüksek düzeyde ozmoregulasyon sağlayan bir or genini belirlemiş, ancak bunun hamur gücünü azaltan bir endosperm peroksidaz geni ile bağlantısı (*linkage*) olması nedeniyle kaliteli buğday yetiştirilen bölgelerde fazla şansı olmayacağını açıklamıştır (Morgan, 1999). Bu olumlu sonuçlara karşılık, osmotik düzenlemenin sadece bazıları tarafından ekonomik değil diye tanımlanan verim düzeylerinde etkili olduğunu ileri süren araştırmacılar da olmuş (Serraj and Sinclair, 2002), ancak kurak koşullarda turgor devamlılığını sağlayarak verim üstünlüğü sağladığına dair de bulgular yayınlanmıştır (Blum and Pnuel, 1990; Ali vd., 1999). Bu noktada en çok dikkat edilmesi gerekli konu, kökleri itibarıyla suya ulaşabilen çeşitlerin normal transpirasyona devam etmeleri halinde osmotik düzenlemeye ihtiyaç duymayabilecekleri gerçeğidir (Cossani vd., 2011).

Ozmotik düzenlemenin ölçüm ve değerlendirilme yöntemi konusunda farklı deneme protokolleri ileri sürülmüş olup, bunların bazıları ıslah programlarında geniş materyalle çalışıp seleksiyonda kullanmaya elverişli olmadıkları şeklinde değerlendirilmişlerdir. Çok pratik bir yöntem olmayan, ama genelde olumlu bir özellik olarak değerlendirilen bu kavram pratikte daha çok oransal nem içeriği tayinleriyle bağlantılı olarak ele alınmaktadır. Daha 1960'lı yıllarda belirlenen, ancak önceleri oransal turgor durumu anlamında *relative turgidity* olarak adlandırılan bu kavram (Barr and Weatherley, 1962) son yıllarda yeniden yoğun çalışmalara konu olmaktadır. Ozmotik düzenlemeye ilişkin temel çalışmalarda, bitkiler belli bir süre büyütüldükten sonra, su kesme yöntemiyle kurumaya tabi tutulmakta, genellikle bitkinin tam solma noktasına geldiği an genç yaprakların tamamen kıvrıldığı, yaşlı yapraklarınsa kuruduğu an olarak belirlenmektedir. Bu süre içinde periyodik olarak yapılan oransal nem içeriği ölçümleri, ozmotik potansiyel ölçümleriyle karşılaştırılıp değişik formülasyonlarla ozmotik düzenleme düzeyleri belirlenmektedir. Oransal nem içeriği, yaprakların herhangi bir anda ihtiva ettiği nemin, tam turgor halinde ihtiva ettikleri nemin yüzdesi olarak ifade edilmesidir (Sinclair and Ludlow, 1985). Oransal nem içeriği sadece mevsimler arasında değil, gün içinde bile sıcaklık gelişmelerinin neden olduğu buhar basıncı açığı (*vapor pressure deficit*) değişiklikleri nedeniyle ölçüm zamanından çok fazla etkilenen bir özellik olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, sabahları şafak sökmeden yapılacak oransal nem içeriği ölçümlerinin daha iyi bir gösterge olduğu ifade edilmektedir (Reynolds vd., 2002). Buna karşılık, Boyer vd. (2008), ozmotik düzenlemenin oransal nem içeriklerinin fazla düşük çıkmasına neden olduğunu, dolayısıyla ozmotik düzenlemenin doğrudan ölçümünün daha gerçekçi değerler vereceğini bildirmektedir.

Babu vd. (1999) genotiplerin ozmotik düzenleme gücünü belirlemede kullanılan yöntemleri, pratikte kullanılabilirlik açısından karşılaştırmıştır.

OZMOTİK GERİLİM TOLERANSI:

Başlangıçta, tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerdeki tuz etkilerini inceleyen araştırmalara konu olan ozmotik gerilim, daha sonra kuraklık etkisini arttırıcı yönü nedeniyle kurağa dayanıklılık konusunda çalışan araştırmacıların da ilgi alanına girmiştir. Munns (1993) konuyla ilgili olarak yaptığı değerlendirmede, tuzlu alanlardaki zararın 2 safhada oluştuğunu, birinci safhanın topraktaki tuz konsantrasyonunun artması nedeniyle oluşan ozmotik gerilimin bitkinin su kullanımını sınırlandırması, ikinci safhanın ise zamanla bitkinin bünyesinde biriken tuzun toksik etki yapması olduğunu açıklamıştır. Yine Munns bu safhalardan ilkinde önemli bir genotipik varyasyonun olmadığını, asıl varyasyonun ikincisinde, yani tuz birikimi ve toksisitesi başladığında genotiplerin buna karşı gösterdikleri dayanıklılıkta görüldüğünü belirtmiştir. Ancak daha sonra Neumann (1997) buğdayın da dahil olduğu değişik bitkilerde yapılmış çalışmalardan elde olunan sonuçları referans olarak gösterip bu teze itiraz etmiş ve ozmotik gerilime tolerans yönünden de genotipler arasında varyasyon olduğunu göstermiştir.

Genellikle, gelişmenin nispeten erken dönemlerinde, genç fidelerin köklerinin beslendiği ortamın ozmotik gerilimini NaCl gibi tuzlarla veya mannitol, polietilenglikol (PEG) gibi ozmotik gerilimi arttırmada kullanılan kimyasallarla yükseltip genotiplerin buna reaksiyonlarını belirlemeye yönelik bu çalışmalar bir çok bitkide olduğu gibi buğdayda da çok yapılmıştır.

İlk kez Lagerwerff vd. (1961) PEG kullanımıyla, ortam solüsyonunda ozmotik gerilimi arttırarak kontrol edilebilir şekilde su sıkıntısı yaratılabileceğini göstermiştir. NaCl' ün bitkiler tarafından alınması sonucunda oluşan birikimin etkisiyle ozmotik gerilim etkisini ayırt etmek bazı durumlarda zor olunca bu çalışmalarda diğer ozmotikumların kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunlardan mannitolün de bitkiler tarafından absorbe edilebileceği ve toksik etki yapabileceği anlaşıncı da (Hohl and Schopfer, 1991; Verslues vd., 1998) PEG kullanımının daha avantajlı olduğu belli olmuştur. Gerçi PEG kullanımında da bitkiler tarafından alınma riski olduğu, bunun kullanılan PEG' in molekül ağırlığıyla ilgili olduğu belirlenmiş, örneğin Carpita vd. (1979) PEG 6000' ozmotik gerilim yaratmak için yeterince küçük, bitkiler tarafından rahat alınmamak için de yeterince büyük olduğunu belirtmiştir. Buna karşılık Blum (www.plantstres.com) PEG 8000' in bile bitki kökleri tarafından alınabileceğini, özellikle köklerin zedelendiği durumlarda bunun önemli boyutlara çıkabileceğini, bu nedenle en az PEG 6000 büyüklüğünün kullanılması gerektiği gibi, köklerin zedelenmemesine özel itina gösterilmesi ve mümkünse çalışmalarda yarı geçirgen membran kullanılmasının yararlı olacağını açıklamıştır.

Almansouri vd. (2001) tuzluluğa ve kurağa dayanıklılık yönünden farklı 3 makarnalık buğday çeşidini, NaCl, PEG ve mannitol kullanarak oluşturulan 0,15' ten 1,57 Mpa'a kadar değişen ozmotik gerilim ortamındaki çimlenme

reaksiyonları yönünden karşılaştırmışlardır. Orta düzeydeki gerilimlerde etkinin sadece çimlenmeyi geciktirme şeklinde olduğu, yüksek düzeyde ise NaCl ve PEG nihai çimlenme yüzdeleri azaltırken mannitolün etkili olmadığı sonucuna varmışlardır. İzole edilmiş embriyolarla yaptıkları denemede ise hem NaCl' ün hem de PEG' in gelişmeyi gerilettiğini, ancak stres ortadan kaldırıldığında PEG uygulanan embriyolar normal gelişmesini sürdürürken, NaCl etkisinin devam ettiğini, dolayısıyla NaCl' ün bu etkisi tuz birikimi ve toksisitesi nedeniyle olurken, PEG' in etkisinin sadece ozmotik gerilim nedeniyle olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye' de ayçiçeğinde NaCl ve PEG kullanılarak yapılan bir çalışmada da, erken dönemde etkinin tuz toksisitesinden değil, ozmotik gerilim zararından ötürü olduğu sonucuna varılmıştır (Kaya vd., 2006).

Verslues and Bray (2004) arabidopsisle yaptıkları çalışma sonucunda, bu erken dönem reaksiyonlarının ileri dönemlerdeki ozmotik düzenleme gücüyle de ilgili bilgi verdiğini belirtmişlerdir. Gonzales and Ayerbe (2011) arpada fide dönemi ozmotik gerilim direncinin, bayrak yaprak dönemindeki ozmotik düzenlemeyle de bağlantılı bulunduğunu rapor etmişlerdir. Morgan (1988) da, çimlenme döneminde PEG kullanarak yaptığı çalışmada genotiplerin koleoptil gelişmesi açısından verdiği karşılıkların, daha sonraki dönemlerde ozmotik düzenleme yönünden verdikleri karşılıklarla aynı sıralamayı verdiğini söyleyerek, bu testin, çeşitlerin ozmotik düzenleme kapasitelerini belirlemek için de kullanılabileceğini belirtmiştir.

STOMA İLETKENLİĞİ VE BİTKİ ÖRTÜSÜ SICAKLIĞI:

Passioura (1977) buğdayda dane veriminin temel unsurlarından olan hasat indeksinin, büyük ölçüde dane doldurma döneminde bitkilerin yaptığı transpirasyon ve bu dönemdeki transpirasyon etkinliği tarafından belirlenmekte olduğunu açıklamıştır. Dane veriminin transpirasyonla doğrudan ilişkili olduğu ve kuraklık anında stomalarını açık tutabilen çeşitlerin bu tür stres koşullarında daha yüksek verim verdikleri belirlenmiştir (Venora and Calcagno, 1991; Acevedo and Fereres, 1993). Bunun nedeni hem su kullanımına devam ediyor olmaları, hem de transpirasyon sonucu suyun dışarı verildiği gözeneklerin aynı zamanda CO₂ alımını da sağlıyor olmasıdır. Ancak herhangi bir çeşidin bunu başarabilmesi için öncelikle ortamda kullanılabileceği su bulunması gerekmektedir. Ayrıca, ortam sıcaklığının belli bir dereceyi geçmesi halinde, ortamda su bulunsan bile yüksek sıcaklığın (ve düşük oransal nemin) neden olduğu yüksek düzeyde buhar basıncı açığı nedeniyle bitkiler su sıkıntısı çekmeye başlayınca stomalarını kısmen, ya da sert kuraklıklarda olduğu gibi tamamen kapatarak su kullanımını sınırlandırmaya çalışmakta, bunun sonucunda fotosentez ve asimilat üretimi de azaldığından verim düşmektedir. Dane doldurma döneminde ortalama sıcaklığın 12 °C' den 26 °C' ye yükselmesi durumunda, sıcaklıktaki her 1 °C artışın dane ağırlığında 2,8 mg azalmaya neden olduğu (Wiegand and Cuellar, 1981) bildirilmiştir. Bu nedenle dane doldurma sırasında oluşan bu tür yüksek sıcaklık streslerinin etkisini kuraklık etkisinden ayırt etmek zorlaşmakta, çünkü yüksek sıcaklık kendi dolaysız etkisinin yanında kuraklığın etkisini de arttırmaktadır.

Buğdayda, su sıkıntısı olmayan durumlarda, yaprak ve hava ısıları arasındaki fark, iki ortam arasındaki buhar basıncı farkıyla doğrusal orantılı olarak yapraktan havaya doğru artmaktadır (Idso vd., 1984). Bunun en büyük nedeni de transpirasyon sonucu oluşan terlemenin yaprak yüzeyinde sağladığı nispi serinleme olup, bu durum transpiratif serinleme olarak adlandırılmaktadır. Ancak stomalar kapanıp transpirasyon azaldıkça yaprakların sıcaklığı artmakta ve sert streslerde hava sıcaklığını da geçebilmektedir (Idso vd., 1984).

Stoma iletkenliği doğrudan ölçülmek istendiğinde porometre cihazları aracılığıyla yapılmakta, ancak çok sayıda materyalin değerlendirmesi söz konusu olduğunda daha hızlı ve kolay bir yöntem olan bitki örtüsü sıcaklıkları infrared termometrelerle ölçülerek stoma iletkenliği hakkında fikir edinilmeye çalışılmaktadır (Reynolds vd., 1994). Stoma iletkenliği ile bitki örtüsü sıcaklığı arasında güçlü negatif ilişkinin belirlenmiş olması (Amani vd, 1996) nedeniyle, bitki örtüsü sıcaklığı stoma iletkenliğinden çok daha kolay ölçülmesi ve gözenekleri tahrip etme etkisi olmadığından tercih edilmektedir. Burada bitki örtüsü sıcaklığı demekle birlikte, asıl yapılan bitki örtüsü ve hava sıcaklıkları arasındaki farkın ölçülmesi olduğundan işlemin adını tam olarak söylersek bitki örtüsü sıcaklığında azalma (havaya oranla) (*canopy temperature depression*) olarak isimlendirilmektedir. Dolayısıyla elde edilen değerler hava sıcaklığına oranla hesaplandığından, sadece yılın hangi mevsiminde değil, günün hangi saatinde ölçüldüğü bile önemli olmaktadır. Uluslararası Mısır ve Buğday Araştırma Merkezi (CIMMYT) tarafından yapılan çalışmalar bu yöntemden en iyi sonuçların ılık, bulutsuz öğleden sonraları ve iyi sulanmış parsellerden elde olduğunu ortaya koymuştur (Amani vd., 1996). Daha önce de ifade ettiğimiz gibi, bu transpiratif serinleme farklılığını görebilmek için, kök ortamında bitkilerin kullanılabileceği su bulunması ön koşuldur. Toprak profilinin

yeterince derin olduğu ve köklerin derindeki suya ulaşması açısından genotipik varyasyon görülen durumlarda, bunu da bu ölümlerden az çok anlamak mümkün olabilir.        derindeki suya ulaşabilen çeşitlerin transpirasyonu sürdürmelerinin sonucunda daha düşük yaprak sıcaklığı vermeleri beklenecektir. Ayrıca ozmotik düzenleme kapasitesi yüksek çeşitler de kökleriyle su alımını sürdürerek bu konuda fark oluşturabilirler. Yine de bu   zellik, Orta Anadolu' nun yağmura dayalı tarım yapılan alanlarından çok, sulu koşullarda bile yüksek sıcaklık nedeniyle zaman zaman ortaya çıkabilen geç dönem kuraklıklarında önemli olabilecek bir parametre şeklinde değerlendirebilir. Bu durum da bu özelliğin, Orta Anadolu' da kuruya oranla nispeten daha geçi çeşitlerin ekildiği ve sıcaklık baskısıyla daha fazla karşılaştığı sulanır koşullardaki streslerde ve özellikle de Türkiye' nin daha sıcak bölgelerinde yararlı olabileceğini göstermektedir. Nitekim Reynolds vd. (1994) bu sistemin en iyi sonucu sıcak bölgelerin sulu alanlarında verdiğini belirtmiştir. Ayrıca, bu ölümlerin fenolojik gelişme döneminden de etkilendiği, başaklanma öncesi okumalarda daha yüksek değerler elde edilmekle birlikte, verimle daha yakın ilişkide bulunan okumaların dane doldurma sırasında yapılanlar olduğu ifade edilmektedir (Reynolds vd., 1998). Yazlık CIMMYT materyalinde 20. Yüzyılın son 30 yılındaki genotipik verimlilik artışında, stoma iletkenliğindeki gelişmenin de rol oynadığı bildirilirken, bunun kısmen de dane doldurma sırasında gelişen yüksek sıcaklık koşullarında stomalarını açık tutabilen çeşitlerle sağlandığının anlaşıldığı belirtilmektedir (Fischer vd., 1998).

Burada bir noktayı a makta yarar görüyorum. Kuraklık ve/veya sıcaklık baskısı nedeniyle bitki örtüsü sıcaklıklarında meydana gelen artış çok daha büyük ölçüde   vre koşulları tarafından belirlenmektedir. Nitekim, infrared termometre aracılığıyla bitki örtüsü sıcaklığı ölümü, çeşit ışlahına yönelik fizyoloji çalışması yapanlardan çok önce, buğdayda sulama zamanlarını belirleme amacıyla kullanılmaya başlanmış (Jackson vd., 1977), daha sonra genotipler arasında da bu yönden varyasyon olabileceği anlaşılınca (Blum vd., 1982) kurak/sıcak baskılarına karşı değerlendirilmeye başlanmışır.   vre etkisinin büyük   nemi Eskişehir'de yapılan bir ölümde de g  r  lm  ştir. 2014-2015 yılında Eskişehir'deki enstitüde yapılan bir değerlendirmede, aynı genotip (Bezostaya 1) aynı enstitü arazisinde, biri derin profilli, diğer i yüzlek ve kumsal iki tarlaya ekilmiş ve dane doldurma döneminde (15 Haziran'da) aynı gün bitki örtüsü sıcaklıkları   l  lm  ştir. Taban tarlada ekilen buğdayda 22,5   C olan bitki örtüsü sıcaklığı, yüzlek tarlada 32,1   C olarak   l  lm  ş, yani arada 9,6   C fark bulunmuştur. Haziran ayı günlük maksimum sıcaklık ortalamasının 28   C dolayında olduğu düşünülürse, bu durum yüzlek tarlaya ekili buğdayın çok büyük bir stres altında olduğunu ve transpirasyonda büyük azalma olduğunu göstermektedir. Tarlanın y  zlekliliği birim alanda dane sayısını da azaltmış olmakla birlikte, bu dönemde   l  len sıcaklığın sadece dane ağırlılığı üzerine etkili olacağı açıktır. Bu sıcaklık farkı sonucunda taban tarladaki buğdayın bin dane ağırlılığı 50,1 olurken, bu değer yüzlek tarlada 40,1 olarak gerçekleşmiş, yani yaklaşık % 20 oranında azalma meydana gelmiştir.   vre koşullarının etkisi bu kadar belirli olurken, genotipik varyasyon açısından bu kadar büyük farklar pek beklenmeyebilir. Su veya sıcaklık baskısının olmadığı normal koşullarda 1  C dolayında olabilen genotipik varyasyonun, stres koşulları (  zellikle sıcaklık baskısı) altında 5  C ve üzerinde olabileceği belirtilmektedir. Yani gerçek anlamda bir genotipik varyasyonun elde edilebilmesi ancak stres koşullarında mümkün olabilecek, su yönünden optimal koşullarda, sıcaklık baskısı da yoksa, yeterli genotipik varyasyon elde etmek zor olabilecektir. Aynı şekilde, ortamda hiç su kalmadığında da yine genotipik varyasyon elde etmek zorlaşacaktır. Bu   zellik ancak genotipler açısından su kullanma ve transpirasyon yapabilme yönünden farklılıkların olduğu koşullarda işe yarayacaktır. O yüzden genellikle ozmotik düzenleme veya kök derinlikleriyle ilişkilendirilmektedir.

Stoma iletkenliği, genellikle ölümündeki g      ler nedeniyle ancak sınırlı boyutlarda materyal üzerinde araştırmaya konu olmaktadır, 1960'lı yıllarda geliştirilen porometre bu konudaki çalışmaları az çok kolaylaştırmıştır. Sistemin   alışma prensibi, belli bir hacimdeki havayı yapraktan geçirebilmek için gereken süre belirlenip, bunun iletkenliğe karşı direnç olarak kabul   ve stoma iletkenliğinin de bunun tersi olduğu esasına dayanmaktadır (Alvim, 1965). Daha sonraki yıllarda, porometrenin geniş ışlah programlarında daha rahat kullanılabilecek, elle taşıyan bir versiyonu geliştirilmiştir (Rebetzke vd., 2000).

REZERV TRANSLOKASYONU:

Buğday saptlarında gelişme süresince depolanan ve yapısal olmayan karbonhidratlar olarak ta adlandırılan, glikoz, früktoz, sakkaroz ve fruktanlar gibi suda      nebilir karbonhidratlar, dane doldurma döneminde translokasyonla daneye taşınmakta (Bidinger vd., 1977; Hunt, 1979) ve özellikle stres koşullarının fotosentezi sınırladığı durumlarda bu aktarım önemli boyutlara ulaşabilmektedir (Blum vd., 1994; Palta vd., 1994; Yang et al., 2001; Plaut vd., 2004). Aşırı stres koşullarında bu oranın, toplam dane ağırlılığının % 90' larına kadar çıkabildiği ifade edilmektedir (Blum vd., 1994; Asseng and van Herwaarden, 2003).

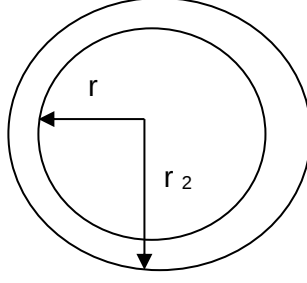
Fotosentez ve dane oluşumu için optimal sıcaklığın 20°C dolayında olduğu, bunun üzerindeki sıcaklıkların fotosentezi olumsuz etkilediği (Camp vd., 1982; Al-Khatib and Paulsen, 1984) ve bunun daneye asimilat aktarımını azalttığı (Wardlaw vd., 1980) bildirilmiştir. Çiçeklenme dolayındaki 30 °C ve üzeri sıcaklıklarda ise tamamen sterilite olduğu görülmüştür (Owen, 1971; Saini and Aspinal, 1982). Bu şekilde yüksek sıcaklık, kuraklık veya başka stres unsurlarının etkisiyle yapraklar kurumaya başlarken, bunun da translokasyonu tetiklediği ve depolanmış karbonhidratların daneye taşınmaya başlandığı açıklanmıştır (Blum, 1998). Taşınmayı başlatan sinyalin kaynağı tam olarak bilinmemekle birlikte, gibberellinler ya da absisik asit (ABA) gibi hormonların bu konuyla ilgili olabilecekleri tahmin edilmektedir (Yang vd., 2001). Stres olmayan koşullarda da translokasyonun önemli katkı yapabileceği açıklanmış (Gebbing vd., 1999) ancak en büyük katkısının stres koşullarında olduğu bildirilmiştir (Blum, 2005). İdeal koşullarda, dane doldurmada kullanılan karbonhidratların % 95'inin o dönemdeki karbon asimilasyonu ile sağlandığı belirtilmiştir (Kobata vd., 1992), ancak stres oluştuğunda, translokasyonla aktarılan rezerv oranlarının arttığı görülmüştür. Eskişehir'de 30 buğday çeşidiyle yapılan bir çalışmada da (Çekiç, 2007a), 2 yılın ortalaması olarak, kuru koşullarda %35,7 olan translokasyon oranı, sulu koşullarda % 18,0 olarak gerçekleşmiştir.

Doğrudan ölçümünün zaman alıcı ve zahmetli olduğu belirtilen rezerv translokasyonunun, yeşil aksamın kimyasal uygulaması yoluyla desikasyona uğratılması (kurutulması) gibi yapay yöntemlerle de araştırılabileceği gösterilince (Blum vd., 1983) bu konuda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Kimyasal uygulaması tozlanmadan yaklaşık olarak 2 hafta sonra yapılmakta ve potasyum iyodür (KI) veya magnezyum klorat ($Mg(ClO_3)_2$) gibi oksitleyiciler kullanılmak suretiyle klorofil molekülleri parçalanarak yeşil aksam kısa sürede kurutulmaktadır. Aynı parsellerin işlem yapılmamış kısmındaki başaklarda oluşan daneler kontrol olarak alınıp, uygulama yapılan bitkilerde translokasyonla oluşan dane ağırlığı kontrolle karşılaştırılmak suretiyle translokasyon oranları belirlenmektedir.

Bu şekilde gövdeden daneye taşınan kuru madde miktarı ile gövdedeki suda çözünebilir karbonhidrat birikimi arasında çok yakın ilişki bulunduğu bildirilmiştir (Foulkes vd., 2002). Bununla birlikte yandan gövdedeki çözünebilir karbonhidrat konsantrasyonu, diğer yandansa gövdenin rezerv kapasitesiyle alakalı olduğu anlaşılmaktadır. Ford (1979) sap dolgunluğunun daha yüksek karbonhidrat konsantrasyonu sağladığını, ancak ince ve kısa sap halinde bunun toplam miktara yansımadağını belirtmiştir. Blum vd., (1994) potansiyel rezerv birikiminin sap uzunluğu ve sap özgül ağırlığı tarafından belirlendiğini bildirirken, Borrell vd., (1993) buğdayda küçeltme genlerinin sap uzunluğunda neden olduğu % 21'lik kısılmanın, rezerv birikimini %35-39 azalttığını belirtmiştir. Turner (1982) translokasyonun başladığı dönemdeki biyolojik kütlenin rezerv kapasitesini belirleme yoluyla bu konuda etkili olduğunu bildirmiştir. Translokasyon kapasitesinin genel anlamda kurak koşullara uyumlulukla ilişkisini görmek amacıyla genotiplerin karşılaştırıldığı çalışmalarda çok farklı sonuçlar elde edilmesinden, bu özelliğin her türlü stres altında büyük yarar sağlamayabileceği, ancak genotiplerin sadece bu karakter açısından yapılan karşılaştırmalarda sonuç vermese bile *stepwise çoklu regresyon* türü yaklaşımlarla katkı payının araştırılabileceği anlaşılmaktadır. Kuraklıkla ilgili bir çok özelliğe olduğu gibi, bu konuda da parametreler arası interaksiyonların ilişkileri belirlemeyi zorlaştırdığı görülmektedir.

Eskişehir'de daha önce başka özellikleri verilen 19 çeşit bu açıdan da karşılaştırılmıştır. Parsellere uygulama yapılan ana kadar kısıtlı sulama yoluyla optimal koşullar sağlanmış, her çeşidin kendi başaklanma tarihinden 24 gün (tozlanmadan yaklaşık 2 hafta sonra) parsellerin yaklaşık 1 m' lik bölümüne desikant uygulanıp, yeşil aksamı kurutulurken, parsellerin kalan kısmı kontrol olarak bırakılmıştır. Desikant olarak % 4' lük magnezyum klorat kullanılmıştır. Uygulamadan iki gün sonra tüm yeşil aksam kurumuş, hasat zamanında uygulamanın yapıldığı ve yapılmadığı kesimlerden rasgele alınan ana sap başaklarında dane ağırlıkları tespit edilmiştir. Uygulamanın yapıldığı tarihte tespit edilen dane ağırlıklarıyla hasatta tespit edilen dane ağırlıkları arasındaki fark translokasyonla oluşan miktar olarak kabul edilmiştir.

Uygulama öncesinde, toplam translokasyonla ilişki verebileceği düşünülen bitki boyları ve üst boğum arası uzunlukları ölçülürken, üst boğum arasının orta noktasından alınan yatay kesitlerde dolu kısım alanları binoküler altında mikrometre yardımıyla yapılan ölçümlerden sonra aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:



r = ortadaki boş kısım yarıçapı

r_2 = toplam alan yarıçapı

Dolu kısım yüzey alanı = $3,14 \times (r_2^2 - r^2)$

Bu şekilde hesaplanan dolu kısım yatay kesit alanları da bitki boyları ve üst boğum arası uzunluklarıyla çarpılarak, toplam sap ve üst boğum arası rezerv hacimleri hesaplanmıştır.

Translokasyonla biriken dane ağırlıklarına ilişkin veriler Çizelge 19' da, rezerv alanına ilişkin değerlerse Çizelge 20' de verilmiştir. Çizelge 19' daki değerlerden translokasyon oranlarının hesaplanması, uygulamadan hasada kadar geçen sürede uygulama yapılmış bitkilerdeki toplam birikim, yine uygulama tarihinden hasada kadar kontrol bitkilerinde oluşan ağırlığa bölünerek yapılmıştır.

Çizelge 19' da, gerek mg olarak translokasyonla dane başına biriken kuru madde açısından, gerekse % translokasyon oranları açısından büyük bir genotipik varyasyon olduğu görülmektedir. En fazla translokasyonu 13,9 mg ile 4-11 yaparken, en az translokasyonu ise 6,1 mg ile Zitarka yapmıştır. Bu çeşitlerden 4-11' in 19 çeşit arasında en uzun boylu, Zitarka' nın en kısa boylu çeşit olması dikkat çekici bulunmuştur. Ancak diğer çeşitler arasındaki farklılıklar nedeniyle toplam translokasyon bitki boyuyla ve üst boğum arası uzunluğuyla istatistiksel önemli korelasyon vermemiş, bunun üzerine bir başaktaki danelerin tamamı aynı saptan gelen translokasyondan yararlandıkları için, başaktaki danelerin tamamına aktarılan kuru madde toplamaları hesaplanmıştır (Çizelge 20). Bu değerlerse, bitki boyuyla istatistiksel önemli ilişki vermezken, sap dolu kısmının toplam hacmiyle (rezerv kapasitesi) istatistiksel önemli korelasyon vermiştir ($r = 0,57^{**}$, $n = 19$). Translokasyon oranlarına bakıldığında ise dikkati çeken bir başka durum olmuştur. Toplam translokasyon olarak en küçük değerlerden birini veren Ak 702 (220 mg) translokasyon oranlarında % 46,3 ile ES-14' ten sonra ikinci sırayı almıştır. Bunun nedeni ise, bu topbaş çeşidin denemedeki genotipik potansiyel olarak en küçük başaklı ve en küçük daneli çeşit olmasıdır. Bu durum bir konuyu açıklamaktadır. Translokasyon iri başaklı ve daneli çeşitler için, küçük danelilere oranla daha önemlidir. Çünkü optimal başak verimi az olan çeşitler daha az translokasyonla, stresin dane doldurma üzerindeki olumsuz etkisini telafi edebilmektedirler. ES-14 translokasyon oranı olarak en yüksek değeri verirken (% 60,7), en küçük değerleri Bolal ve Gerek gibi denemedeki en erkenci çeşitlerin vermesi bir başka konuyu daha gündeme getirmektedir. Translokasyon oranının geççi çeşitlerde genellikle daha fazla olduğu, bunun da muhtemelen sıcaklıkla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada, translokasyon oranı, en yüksek korelasyon katsayısını başaklanma tarihiyle vermiştir ($r = 0,71^{**}$). Başaklanma tarihiyle translokasyon oranı arasındaki ilişki Şekil 12' de grafik olarak ta gösterilmiştir.

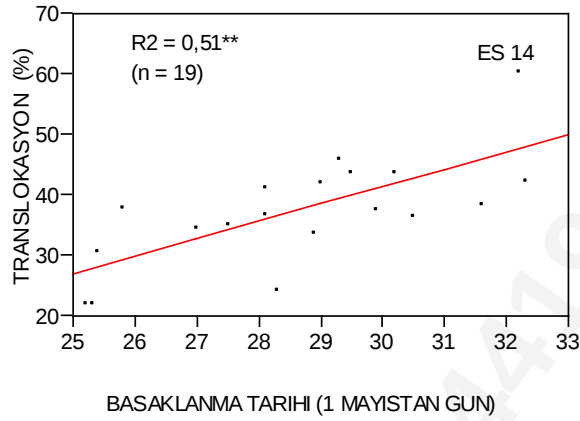
Çizelge 19. % 4' lük magnezyum klorat uygulamasıyla yapılan desikasyon işlemi sonunda translokasyonla oluşan dane ağırlıkları.

Çeşit	Uygulama Öncesi Birikim (mg)	Kontrol		Kurutma Uygulaması		
		Toplam (mg)	Uygulama Sonrası (mg)	Toplam (mg)	Uygulama Sonrası (mg)	Translokasyon Oranı (%)
Es-14	10,8	30,4	19,6	22,7	11,9	60,7
Ak 702	17,4	34,9	17,5	25,5	8,1	46,3
91 Es SBVD 2-8	11,8	37,2	25,4	23,0	11,2	44,1
Gün 91	10,3	37,4	27,1	22,2	11,9	43,9
Atay 85	12,2	36,3	24,1	22,5	10,3	42,7
Bezostaya 1	15,0	40,2	25,2	25,7	10,7	42,5
4-11	10,2	43,7	33,5	24,1	13,9	41,5
Yayla 305	15,3	37,2	21,9	23,8	8,5	38,8
Kırgız 95	11,3	35,9	24,6	20,7	9,4	38,2
Dağdaş 94	12,3	42,1	29,8	23,6	11,3	37,9
Kutluk 94	12,2	39,8	27,6	22,4	10,2	37,0
Kırkpınar 79	13,5	37,1	23,6	22,2	8,7	36,9
Kıraç 66	10,7	37,9	27,2	20,3	9,6	35,3
Partizanka	7,7	38,3	30,6	18,4	10,7	35,0
Sertak 52	13,2	34,9	21,7	20,6	7,4	34,1
Kate A-1	9,5	36,3	26,8	17,8	8,3	31,0
Zitarka	12,1	36,8	24,7	18,2	6,1	24,7
Gerek 79	8,7	38,9	30,2	15,5	6,8	22,5
Bolal 2973	14,8	43,1	28,3	21,1	6,3	22,3

Çizelge 20. Buğday çeşitlerinde, translokasyonla oluşan dane miktar ve oranlarıyla, üst boğum arası özellikleri ve başaklanma tarihleri.

Çeşit	Translokasyon (mg)		Rezerv Unsurları			Başak. Tarihi (1 Mayıs'tan Gün)
	Toplam (mg)	Etkinlik ¹ (mg / cm ³)	Bitki Boyu (cm)	Yatay ² Kesit Alanı (mm ²)	Sap Hacmi ² (cm ³)	
Es-14	477	101	85	5,55	4,7	32
Ak 702	220	121	107	1,70	1,8	29
91 Es SBVD 2-8	444	87	98	5,21	5,1	30
Gün 91	442	84	100	5,24	5,2	30
Atay 85	438	110	91	4,38	4,0	32
Bezostaya 1	366	58	96	6,61	6,3	29
4-11	354	86	119	3,47	4,1	28
Yayla 305	186	131	100	1,42	1,4	32
Kırgız 95	325	77	97	4,35	4,2	26
Dağdaş 94	403	86	102	4,58	4,7	30
Kutluk 94	307	63	107	4,56	4,9	28
Kırkpınar 79	368	76	90	5,35	4,8	31
Kıraç 66	266	53	107	4,73	5,1	28
Partizanka	392	77	93	5,48	5,1	27
Sertak 52	179	55	101	3,22	3,3	29
Kate A-1	386	106	92	3,95	3,6	25
Zitarka	225	76	61	4,84	3,0	28
Gerek 79	177	38	112	4,20	4,7	25
Bolal 2973	187	48	117	3,32	3,9	25

¹ Rezerv hacminin her bir cm³' ünden toplam mg translokasyon. ² Dolu kısmın alanı ve hacmi.



Şekil 12: Buğdayda başaklanma tarihi-translokasyon oranı ilişkisi.

Şekil 12’ de regresyon doğrusundan olumlu yönde en büyük sapmayı gösteren çeşidin ES-14 olduğu görülmektedir. ES-14’ ün, denemedeki en büyük rezerv hacmine sahip çeşitlerden biri olması yanında, kontrol danelerinde bile 30 mg ile en düşük dane ağırlığını vermesi oranın büyüklüğünde rol oynamıştır. Belli ki başaklanma öncesinde yapılan kısıtlı sulamalara rağmen, geççi ve kurağa hassas bir çeşit olan ES-14 yine de stres yaşamıştır.

Sonuç olarak, bu verilerin kurağa dayanıklılıkla ilgisini görmek için Eskişehir ve Konya denemelerinde verimlerden hesaplanan kurak hassasiyet indeksleriyle karşılaştırıldığında, Konya denemelerinin ikisiyle de ilişki vermediği, en büyük kuraklık şiddetinin yaşandığı Eskişehir 1. yıl denemesiyle ise, beklenenin tersine yüksek düzeyde olumlu ilişki ($r = 0,61^{**}$) verdiği görülmüştür. Yani translokasyon oranı yüksek çeşitler kuraklıktan daha fazla zarar görmüştür. Daha doğru bir ifadeyle, kuraklıktan daha fazla zarar gören çeşitlerde translokasyon daha fazla olmuştur. Bunun nedeni ise, bu sert kuraklık yılında verimlerin büyük ölçüde başaklanma tarihi tarafından belirlenmiş olması, oysa, aynı yıl değil ertesi yıl da elde edilmiş olsalar, translokasyon oranlarının geççilerde daha yüksek olmasıdır. Nitekim, toplam translokasyon miktarı rezerv hacmiyle bağlantılı görülürken, bu hacmin her bir cm^3 ’ ü başına yapılan translokasyon (burada translokasyon etkinliği olarak adlandırılmıştır) en yüksek korelasyonu başaklanma tarihiyle vermiştir ($r = 0,57^{**}$, $n = 19$). Bu da bu özelliğin Orta Anadolu’ da kurak koşullara uyumlulukla uzlaşmadığını göstermektedir. Nitekim bu konuda yurt dışında yapılan bir çalışmada da erkenciliğin daha önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Blum and Pnuel, 1990). Yüksek sıcaklığın translokasyonu artırıcı özelliğine neden olarak, sıcaklık baskısı altında, nişasta oluşumunda etkili *starch synthase* enziminin aktivitesini önemli ölçüde yitirmesi (Keeling vd., 1994) ve sıcaklık baskısı halinde suda çözünebilir karbonhidratların rezerv alanlarında daha fazla birikmesi gösterilmiştir. Ayrıca, hızlı yaprak kurumalarının translokasyonu tetikleyici niteliği hakkında da araştırma bulguları vardır (Blum, 1998). Ancak aşırı yüksek sıcaklıkların, rezerv translokasyonunu sınırlandırdığına dair de bulgular yayınlanmıştır (Plaut vd., 2004).

Erkencilik durumu dışında bir başka çelişki ise morfolojik parametreler açısından görülmüştür. Toplam translokasyon miktarıyla yüksek korelasyon veren sap yatay kesit alanı, birim alandaki başak sayısı ile yüksek düzeyde ($r = -0,82^{**}$) olumsuz, ortalama yaprak alanıyla ise yine yüksek düzeyde ($r = 0,62^{**}$) olumlu korelasyon vermiştir. Oysa hem düşük fertil kardeş sayısının, hem de geniş yaprakların Orta Anadolu’ da kurak koşullara uyumlulukla ters ilişki verdiği daha önceki bölümlerde açıklanmıştı. Bu durumda bu özelliğin olumlu etkisini görebilmek için, aynı tarihte başak çıkaran ve kurağa ilişkin diğer parametreleri benzer çeşitler arasında karşılaştırma yapmak gerekmektedir. Özet olarak, Orta Anadolu’ da tek başına kurak koşullara uyum açısından değerlendirilemeyeceği anlaşılmaktadır.

Yukarıda belirtilen bu olumsuz görüşe karşın, bir noktayı belirtmekte yarar var. Yapay yollarla yeşil aksamın tamamen kurutulduğu çalışmalarda, çeşitlerin doğal koşullarda sahip oldukları yaprak kurumasına karşı mukavemet farklılıkları ortadan kaldırılmakta ve bütün çeşitler aynı şekilde tamamen kurutulmaktadır. Oysa erkenci ve/veya

fizyolojik mukavemeti olan çeşitler translokasyona diğerleri kadar fazla ihtiyaç göstermeyebilirler. Blum (2005) yaprakların yeşil alanı sürdürme gücüyle, translokasyon kapasitesinin birbirine karşıt unsurlar olduğunu ve ekolojik koşulların durumuna göre birinin tercih edilmesi gerektiğini söylemektedir. Dolayısıyla, dane doldurma döneminde translokasyonun desteğine ihtiyaç seviyeleri benzer olan, örneğin sulu koşullarda yetiştirilen geççi ve hassas, çeşitler arasında yapılacak bir karşılaştırma olumlu katkı sonucu da verebilir. İngiltere gibi yüksek yağışlı bir ülkede translokasyonun önemli katkısından söz edilmektedir (Foulkes, 2002). Bu durum, kuraklığın farklı tür ve şiddetlerine karşı dayanıklılığın aynı parametrelerle kontrol edilemeyeceği gerçeğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Ayrıca, genotiplerin geneli üzerinden yapılan bir değerlendirmenin sonuçları her genotip için aynı şekilde geçerli olmayabilir. Nitekim ES-14 gibi bir çeşidin sadece bu özelliği onu kurak koşullara uyumlu yapmamıştır. Ancak Ak 702 gibi bir çeşidin zaten küçük olan danesini doldurmasında rezerv translokasyonunun muhtemel katkısı unutulmamalıdır. Bu çeşidin orta geççi olmasına ve fizyolojik anlamda mukavemetle ilgili parametrelerinin zayıf olmasına rağmen yıllarca geniş alanlara ekilmesinde, verimini dane iriliğine değil, birim alanda başak sayısına bağlamış olması yanında, danesini doldurmasına yardımcı olan oransal anlamda translokasyon gücünün de katkısı olabilir.

TRANSPIRASYON ETKİNLİĞİ VE ¹³C DİSKRİMİNASYONU:

Transpirasyon etkinliğine girmeden önce, genel anlamda su kullanma etkinliğinin tanımını hatırlamak yararlı olabilir. Dane verimi suyla ilişkisi açısından tanımlanırken aşağıdaki formül önerilmiştir:

Dane verimi = Transpirasyonla kullanılan su x Transpirasyon etkinliği x Hasat indeksi (Passioura, 1977).

Formülden anlaşıldığı gibi, transpirasyon etkinliği, transpirasyonla tüketilen birim miktarda su başına üretilen toplam kuru madde olarak değerlendirilmekte, bu kuru maddenin ne kadarının dane verimini oluşturacağı ise hasat indeksi olarak ayrıca denkleme girmektedir. Kuramsal olarak, yukarıda verilen formüldeki gibi tanımlanmakla birlikte, pratikte su kullanma etkinliği dendiğinde kastedilen, çoğu durumda, bu değildir. Bitkinin transpirasyonla kullandığı su ile, gelişme döneminde topraktan doğrudan buharlaşmayla kaybolan suyun toplamı evapotranspiratif su tüketimi olarak değerlendirilmekte ve su kullanma etkinlikleri bu değer üzerinden yapılmaktadır. Bunun nedeni de gerek topraktan buharlaşan, gerekse transpirasyonda kullanılan suyun tek tek tayındaki zorluklar ve elde olunan sonuçların çok güvenilir bulunmayışdır. Örneğin, tek yaprakтан ölçülen transpirasyonun bitki toplamına ve zamana entegre edilmesinde varyasyonların neden olduğu zorlukların, bitki geliştirme programlarında bu tür doğrudan ölçümlerin kullanılmasını zorlaştırdığı belirtilmektedir (Menendez and Hall, 1996). Bunun yerine, transpirasyon etkinliğine ölçü olarak karbon izotop diskriminasyonunu belirleme gibi yöntemler (Farquhar vd., 1982) önerilmiş ve bu konuda çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Bu değerlendirmenin temeli, karbon fiksasyonu yapan rubisko enziminin normalde havada daha çok bulunan ¹²C 'yi, daha ağır olan ¹³C' e tercih etmesi, yani ¹³C' e karşı diskriminasyon (ayrımcılık) uygulaması esasına dayanmaktadır. Ancak bitki bünyesinde CO₂ azaldıkça, bitkinin bu ayrımcılığı azaltıp daha fazla ¹³C almaya başlaması nedeniyle, bitkide ¹³C oranının artmasının daha düşük bitki CO₂ oranlarına ve bunun da daha düşük stoma iletkenliğine ve dolayısıyla daha yüksek transpirasyon etkinliğine işaret ettiği belirtilmektedir. Bu değer havanın buhar basıncı açığı ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği, çünkü elde edilecek sonuçların büyük ölçüde buna bağlı olduğu ifade edilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, ¹³C diskriminasyonunun verimle olumsuz ilişki verdiği sonuçlar olduğu gibi olumlu ilişki verdiği sonuçlar da bulunmakta, örneğin toprakta yeterli su bulunan optimal koşullarda olumlu ilişki olduğu belirtilirken (Condon vd., 1987) bu özelliğin daha çok kurak koşullarda olumsuz ilişkiye işaret ettiği belirtilmiştir. Dolayısıyla, bu özelliğin ortamdaki alınabilir suyun durumuna göre dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir (Condon vd., 2002). Bu arada, ¹³C diskriminasyonu ölçümlerinin yapılamadığı hallerde, yaprakta (veya danede) kül analizi yapılarak ta bu konuda fikir edinilebileceği, daha yüksek kül oranlarının daha yüksek transpirasyon ve daha düşük transpirasyon etkinliği anlamına geleceği rapor edilmiştir (Araus, 1996).

Yukarıda açıklandığı gibi, bu konuda elde edilen sonuçlar arasındaki farklılık şunu göstermektedir: Transpirasyonu azaltarak transpirasyon etkinliğini arttırmak, pratik bir anlatımla, ortamda mevcut suyu idareli kullanmak anlamına gelmektedir. Ancak ortamda yeterli su bulunduğunda, transpirasyondaki azalmanın verimde de azalma anlamına geleceğine dair çok araştırma bulgusu vardır. Örneğin, dane doldurma döneminde stomalarını açık tutan ve daha fazla transpirasyon yapabilen çeşitlerin daha fazla verim verdiği bulunmuştur (Venora and Calcagno, 1991; Acevedo and Fereres, 1993). Aynı şekilde, ozmotik düzenlemenin de kurak koşullarda bitki su kullanımını sağlayarak kurağa

dayanıklılık yönünden önemli olduğu önceki bölümlerde açılanmıştı. Bu durumda, hangi düzeydeki kuraklıklarda ve gelişmenin hangi döneminde ölçülen ^{13}C diskriminasyonu değerlerinin verimle olumlu ilişki vereceği net olarak belirlenmiş görünmemektedir. Ancak, Avustralya’da kurak bölgeler için çeşit geliştirmeye yönelik ıslah çalışmalarında, ^{13}C diskriminasyonu düşük, yani suyu idareli kullanan çeşitlerin arandığı ve bazı olumlu sonuçlar alındığı ifade edilmektedir. Buna karşılık, bunun Orta Anadolu koşullarında geçerli olup olmayacağı belli değildir. Aşağıdaki tartışma bu belirsizliğin nedenini açıklamaktadır.

Yukarıda açıklanan nedenlerle, evapotranspiratif tüketime dayalı su kullanma etkinliği değerlendirmeleri daha çok tercih edilmektedir. Olaya bir tarla agronomisti ya da üretici gözüyle bakıldığında, pratikte geçerli olanın yine de evapotranspiratif tüketim üzerinden yapılan su kullanma etkinliği olduğunu kabul etmemek için hiçbir neden yoktur. Çünkü bu kavram olaya bir bütün olarak bakmakta ve sonunda önemli olan verim olduğuna göre de bu değer onun amacına en iyi şekilde hizmet etmektedir. Ancak konu çeşit ıslahına geldiğinde sorular ortaya çıkmakta ve tartışmalara neden olmaktadır. Bunun nedeni kurağa dayanıklılığın çok sayıda parametreyle ilgili, çok kompleks bir özellik olmasıdır. Nitekim bazı çeşitler ortamdaki suyu daha iyi kullanarak yüksek etkinlik sağlayacak parametrelerce iyi durumdayken, bazıları da kullandıkları suyun birimi başına daha fazla verim verecek parametrelerce üstün olmakta, bu da hangi tip çeşitlerin hangi çevrelerde üstünlük sağlayabileceği konusunda belirleyici olmaktadır. Bu noktada, hedef bölgenin özelliklerinin iyi tanınması ve o özelliklerdeki bir çevreye en iyi uyumu sağlayabilecek bir genotipte bulunması gereken özelliklerin buna göre belirlenmesi gerekmektedir. Tartışma da büyük ölçüde bu ayrım noktasında başlamaktadır.

Çoğunlukla yüksek verim potansiyeline sahip çevrelerde ve yine buna uygun olarak yüksek verim potansiyeline sahip çeşitlerle yapılan çalışmaların sonucunda, sık sık tekrarlanan bir tez, yüksek verim potansiyeline sahip çeşitlerin çoğu çevrelerde bu özelliği göstereceği ve yüksek verim vereceği şeklinde savunulmaktaydı. Genel adaptasyon yaklaşımının bir yansıması olan bu ifadeye karşı, Blum (2005) konuyu yeniden tartışmaya açtı. Yukarıda ifade edilen tezdeki *çoğu çevreler* kavramından hareketle, bunun bütün çevreler anlamına gelmediğini, kurak bölgelerdeki verimlilikle, yüksek verimli çevrelerdeki verimliliğin aynı dinamikler tarafından kontrol edilmediğini ileri sürerken, kurak çevreler için, su kullanma etkinliğinin (*water use efficiency*) karşısına, etkin su kullanımı kavramını (*efficient use of water*) çıkararak (Blum, 2009) tartışmayı araştırma çevrelerinin gündemine sokmuş oldu. Blum bu farklı görüşe 2 şeyin neden olduğunu tartışırken, ilk olarak söz konusu araştırmalarda gerçek anlamda kurağa dayanıklı çeşitlerin bulunmayışı nedeniyle sonuçların kullandıkları materyale göreli olmasını, ikinci olaraksa kurak bölgelerin bu çalışmalarda yer almamış olmasını gösteriyor ve 800 kg/da verim düzeyinde seçilen yüksek verimli çeşitlerin 400-500 kg/da potansiyele sahip çevrelerde de üstünlük sağlamasını yeterli bulduklarını söylerken, 400-500 kg/da verim alan çevreleri stresli olarak tanımladıklarını belirtiyor. Oysa bu üstünlüklerini sürdürebilecekleri bir alt eşik bulunduğunu, bunun araştırmalarla 250-300 kg/da olarak tanımlandığını (Blum and Pnuel, 1990; Ceccarelli and Grando, 1991) belirterek, bu düzeyin altındaki çevrelerde, kurağa dayanıklılığın, optimal çevrelerde elde olunmuş potansiyel verimliliğe oranla verimi belirlemede daha etkili olduğunu açıklıyor. Örneğin, depolanmış suyun mevcut olduğu koşullarda geç dönem streslerine karşı geçerli olan bir dayanıklılık mekanizmasının, yılın hangi döneminde geleceği belli olmayan bir kuraklıkta iş görmeyebileceğini söylüyor. Bu tartışma, yurt dışında değişik ekolojik bölgelerde kurağa dayanıklı bulunarak Türkiye’ye getirilen introüksiyon materyalinin, istisnalar dışında, Orta Anadolu’ nun yarı kurak tarım alanlarında neden beklenen düzeyde başarılı olmadıklarına da açıklama getireceği için bizim açımızdan son derece önemli.

Türkiye’de geleneksel olarak uygulanmakta olan doğrudan verime yönelik dolaysız (*direct*) seleksiyon sistemi nedeniyle, ıslahçıların eskiden beri zaten bildikleri bu verim potansiyeliyle kurağa dayanıklılık arasındaki ters ilişkiye ilişkin tartışmanın neresi yeni diye sorulabilir. Ancak, kuraklıkla ilgili olarak parametreye dayalı dolaylı (*indirect*) seleksiyona geçildiğinde ve/veya introgressif melezleme programlarıyla mevcut çeşitlere kurağa dayanıklılıkla ilgili bazı özellikler yüklenmek istendiğinde, hangi özelliklerin hangi koşullarda daha yararlı olabileceğini anlamak açısından bu tartışma önemli.

Evapotranspiratif su tüketimine göre yapılan değerlendirmelerde, genellikle yüksek ve düşük verimli çeşitlerin evapotranspiratif su tüketimleri arasında önemli fark olmadığı, çeşitler arasındaki verim farkının su kullanma etkinliklerindeki farklılıktan kaynaklandığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Fisher and Kohn, 1966; Anderson, 1992). Eskişehir’de yapılan bir çalışma da (Aydın vd., 1992,1993) benzer sonuç vermiştir. Optimal koşullarda yapılan bu tür çalışmalarda benzer sonuç alınması tezin doğruluğunu gösteriyorsa da, kurak koşullara gidildikçe olay farklı değerlendirmelere yol açabilecek görüntüsü vermektedir. Bu da ancak evapotranspiratif tüketime dayalı etkinliği, su

alımını ve alınan suyun verime yansımaları şeklinde unsurlarına ayırarak tartışılabilir. Kurağa dayanıklılıkla ilgili parametreler değerlendirilirken, bunlar bitkinin daha fazla su almasını sağlayan parametreler (kök gelişmesi, ozmotik düzenleme, vd.) ve transpirasyonu azaltarak transpirasyon etkinliğini arttıran parametreler (yaprak mumsuluğu, ¹³C diskriminasyonu, vd.) şeklinde ayrılmaktadır. Genellikle yüksek yağışlı veya sulama yapılan sıcak bölgelerde etkili olduğunu daha önce açıkladığımız bitki örtüsü sıcaklığı ise, hem stomaların açık ve bitkinin su kullanmakta olduğunu gösterdiği için birinci, hem de yapraklarda sağladığı serinlikle transpirasyon oranını düşürerek ikinci gruba girmektedir. Burada önemli olan hangi çevre koşullarında hangilerinin daha etkili bir parametre olarak kurağa dayanıklılığa daha fazla katkı sağlayacağına karar verebilmektir.

Blum (2009) tartışmasında, yağmura dayalı veya toprakta depolanmış suya dayalı etkinliklerin de farklı parametrelerce kontrol edildiğini açıklamaktadır. Bitkinin bünyesine aldığı birim miktarda su başına ürettiği kuru madde olarak tanımlanan su kullanma etkinliğinin, ancak yeterli depolanmış su ihtiva eden tarlalarda geçerli olabileceğini, bu özellikte olmayan kuraklıklarda ise, çeşitlerin suyu alabilmelerinin daha önemli olduğunu savunmaktadır. Bu farklı duruma neden olan unsur şu şekilde tanımlanabilir: Su kullanma etkinliği iki şekilde açıklanabilmektedir. Ya aynı miktarda suyla daha fazla verim oluşturmak, ya da aynı verimi daha az su kullanarak oluşturmak. Bunlardan ilki verim potansiyeli tarafından kontrol edilirken, ikincisi ise kurak koşullara uyumluluk tarafından kontrol edilmektedir.

Bu tartışmadan hareketle, Orta Anadolu bölgesinde kurak koşullarda yapılmış denemelerin sonuçları ve edinilmiş gözlemlere dayanarak şu şekilde durum özetlemesi yapılabilir:

1- Su depolama kapasitesi yeterli olmayan yüzlek profilili kır bayır tarlalarda, mevsim içinde düşen yağışlardan yararlanma etkinliği yüksek çeşit konusu öncelik almaktadır. Bu ise toplam evapotranspiratif tüketim içinde bitkinin kullandığı miktarı arttırabilmek için, topraktan evaporatif kayıpları en aza indirecek özelliklere sahip çeşit demektir. Erken gelişmenin önemiyle ilgili bölümde açıkladığımız erkencilik, iyi kardeşlenme gibi özellikler özellikle bu tür tarlalarda çok daha önemli olmaktadır. Eğer yukarıda verilen kavramların karşısına biz de bir yağışlardan yararlanma etkinliği kavramıyla çıksaydık, sanırım bu tür tarlalardaki uyumluluğu çok daha iyi açıklardı. Bu durumda, Blum (2009)' un tanımıyla etkin su kullanımı yüksek çeşitlerin daha başarılı olması beklenebilir.

2- Tarlanın su depolama kapasitesi arttıkça, yani taban tarlalara doğru gittikçe, yüksek verim düzeyinin gereği olarak geç dönem verim unsurlarına bağımlılık artmaktadır. Bu gibi tarlalarda, dane doldurma sırasında oluşabilecek sıcaklıkla karışık kuraklık etkisine karşı, fizyolojik parametreler öne çıkmaya başlamaktadır. Profilin derinliklerinde suyun az çok bulunduğu bu gibi durumlarda, bu sudan yeterince yararlanabilmek için gerekli parametreler öne çıkmaktadır. Bunlara düşük düzeyde kütikula transpirasyonu (yüksek sıcaklıkta su tutma kapasitesi bunun ölçüsüdür) örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca, verim unsurları dağılımı da bu konuda önemli olmakta ve genotipik olarak başak başına verimi yüksek çeşitler, profil su miktarına bağlı olarak, üstünlük sergilemeye başlamaktadırlar.

3- Profiline yeterli su bulunan taban tarlalarda, kardeşlenmesi zayıf ancak başak başına verimi yüksek çeşitler (örneğin Bezostaya 1) avantajlı konuma geçebilir. Ancak bu avantajın kullanılabilmesi, toprak suyunun dönem içinde evaporatif kayıplardan hangi ölçüde korunabildiğine de bağlı olacaktır. Bu arada Bezostaya 1' in, değişik denemelerde karşılaştırdığımız ekmeklik buğday çeşitleri arasında hem en az kardeşlenen, hem de en yavaş kök geliştiren, yani kardeşlenme döneminde en az kök derinliğine sahip çeşitlerden biri olduğu şeklindeki gözlemlerimiz, suyun kullanımı yönündeki bu zamanlamanın onun taban tarlalardaki uyumluluğunu gösterirken, kır bayır tarlalardaki kurağa dayanıksızlığını da az çok açıklayıcı nitelikte görülmektedir.

4- Yaprak genişlikleriyle ilgili olarak, transpirasyon etkinliği düşük ancak suyun kısıtlı olmadığı koşullarda fotosentez etkinliği yüksek olan geniş yapraklı çeşitlerle, suyun kısıtlı olması halinde yüksek transpirasyon etkinliğine sahip dar yapraklı çeşitlerin durumu da hesaba katılmalıdır.

KISACA DİĞERLERİ:

Kurağa dayanıklılıkla ilgili olarak, büyük çoğunluğu henüz temel araştırma kapsamında olsa da, son yıllarda en çok incelenen konular arasında absisik asit (ABA) ve prolin konsantrasyonlarıyla, klorofil floresansı sayılabilir. Bunlarla

ilgili referansların ayrıntılarına girmeden sadece ne olduklarından ve kurağa dayanıklılıkla hangi açıdan ilişkilendirildiklerinden söz edip geçeceğiz.

Bitkilerde büyüme ve gelişme regülatörü işlevi gördüğü belirtilen ABA' nın kurak koşullarda bitkinin uyumluluğuna olumlu katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (Innes vd., 1984). Bu etkisi, kurak koşullarda stoma iletkenliğinin ve CO₂ alımının azaltılması ve transpirasyon etkinliğinin artırılması yoluyla kurak koşullara uyumun sağlanmasına katkısıyla açıklanmaktadır. Daha çok, bir erken uyarı sistemi unsuru olarak değerlendirilen ABA' nın, vejetatif bitki organlarındaki birikimi kurak koşullara uyumun sağlanmasıyla olumlu ilişki verirken, ileriki dönemlerde generatif organlarda fazla miktarda ABA' nın polen sterilitesine ve dolayısıyla verim düşmesine neden olduğu (Ji vd., 2011), kurak olmayan koşullarda bu dönemde daha az ABA birikimine rastlandığı da (Westgate vd., 1996) bildirilmektedir. Bu nedenle dikkatli yorumlanması gereken bir konu olarak görülmektedir. Bitkilerin evrim süreci boyunca geliştirdikleri bu sinyal sistemlerinin, ihtiyatlılıkla ilgili bir varlığını sürdürebilme çabası sonucunda oluştuğu belirtilirken (Blum, 2011), bazı durumlarda, kökler kuraklıkla karşılaştığında, daha topraküstü aksamda su sıkıntısı yokken stomaların kapanmasına ve fotosentezin engellenmesine de neden olabildiği ifade edilmektedir (Davies vd., 2005).

Prolin, en çok ozmoregülasyon konusuyla ilişkili olarak incelenen, aynı işlevi yapan bazı inorganik iyonların zaman zaman yaptığı gibi hücre metabolik yapısına olumsuz etkileri olmadığı düşünüldüğü için *uyumlu ozmolit* olarak değerlendirilen bir serbest amino asittir. Bu özelliği nedeniyle en çok kuraklık ve tuzluluk gibi ozmotik stres unsurlarıyla bağlantılı olarak araştırma konusu yapılan prolinin, kuraklığa ve tuzluluğa karşı dayanıklılıkta önemli olumlu katkıları olduğuna dair çok sayıda araştırma bulgusuna karşın, bunu doğrulamayan araştırma bulguları da olduğu belirtilmektedir. Buna karşılık, mikroorganizmalarda ozmoregülasyona ilişkin araştırmalar, prolinin sadece bir ozmotik düzenleme aracı değil, aynı zamanda bir osmoprotektan işlevi de görüyor olabileceği bildirilmektedir (Delauney and Verma, 1993). Bitkiye dışarıdan verilen prolinin de osmoprotektan olarak görev yapabileceğine dair de araştırma sonuçları vardır (Handa vd., 1986). Prolinin yüksek sıcaklık stresi durumunda hücre membranlarını ve proteinleri koruduğunu belirten araştırma sonuçları olduğu gibi (Paleg vd., 1981), yüksek sıcaklık stresi altında toksik etki yaptığı ve kuraklığın yüksek sıcaklıkla birlikte olduğu durumlarda, bitkide prolin birikiminin uygun bir tolerans mekanizması oluşturmayacağı da rapor edilmiştir (Rizhsky vd., 2004).

Bitkilerin CO₂ alımını düzenli olarak sürdürebilmeleri için stoma iletkenliğinin devam etmesi, bunun içinse bitkinin transpirasyon yapabilecek düzeyde su potansiyeline sahip olması gerekmektedir. Kuraklık ve/veya sıcaklık stresi gibi durumlarda fotosentez yavaşladığı için, bitkiye gelen ışık fotosentetik karanlık reaksiyonların kapasitesini aşmakta ve bu durumda klorofil floresansı denilen olay meydana gelmektedir (Seaton and Walker, 1990). Klorofil molekülleri tarafından tutulan ışığın, fotosentezde kullanılmayan kısmı ya ısı şeklinde dağılmakta veya yine ışık şeklinde geri yansıtılmakta ve bu ikincisi klorofil floresansı olarak adlandırılmaktadır (Maxwell and Johnson, 2000). Bu nedenle herhangi bir anda bitkinin fotosentez yapabilme gücünü belirlemede kullanılan bu durum, yapraklara bir ışık kaynağından gönderilen ışığın geri yansıyan bölümünü değerlendirmek suretiyle ölçülmektedir. Örneğin, geç dönem sıcaklık stresi altında yapılan bir çalışmada, sıcaklık şokuna dayanıklılığın, daha düşük floresans oranlarıyla korelasyon verdiği bildirilmiştir (Moffat vd., 1990). Geri yansıyan ışığın tamamını yakalamak mümkün olmadığı için, bu yöntem bir takım parametreler geliştirip, bunların yardımıyla değerlendirme yapılmasını zorunlu kılmakta ve bu nedenle de mutlak değil nispi değerlendirmelere konu olmaktadır. Ölçümü kolay ancak değerlendirme ve yorumlanması çok büyük dikkat gerektiren bir konu olarak tanımlanan klorofil floresansı ile ilgili çalışmalar, şu an itibariyle henüz temel araştırma kapsamında yürütülmektedir.

VERİM UNSURLARI

BİRİM ALANDA BAŞAK SAYISI:

Birim alanda bitki sayısı, bitki başına kardeş sayısı ve kardeşlerin başak verme oranı olmak üzere üç özelliğin bileşimi olarak belirlenen başak sayısının, başakta dane sayısı ve dane ağırlığı ile birlikte verimi oluşturan 3 unsurdan biri olduğu bilinmektedir. Birim alanda bitki sayısı ise ekim sıklığı ve ekilen tohumların çimlenme ve çıkış oranı tarafından belirlenmektedir. Dolayısıyla birim alanda başak sayısı incelenirken kendisini oluşturan alt unsurları da incelemek gerekli olmaktadır.

Farklı çeşitler için ayrı ayrı belirlenmeye çalışılan optimum ekim sıklıklarıyla ilgili çalışmalardan alınan sonuçlara göre, ekim zamanı, ekim yöntemi ve tohum yatağı hazırlığı gibi konularda bir sıkıntı yaşanmadığı durumlarda, ekim sıklığı genellikle geniş sınırlar içinde verimi çok fazla etkilememekte, sık ekimin neden olduğu başak sayısındaki fazlalık diğer verim unsurlarında neden olduğu değişiklikler nedeniyle verime fazla yansımamaktadır. Ekim sıklığını arttırarak birim alanda başak sayısını arttırmanın, bitki başına kardeş sayısı, başakta dane sayısı ve dane ağırlığını azaltıcı etkisi çok sayıda araştırma tarafından gösterilmiştir (Kinra vd., 1963; Güler, 1975). Geçmişte, henüz mibzer kullanılmadığı ve elle serpmeye ekim yapıldığı dönemlerden kalan alışkanlıkla, bazı yörelerde çiftçilerin hala sık ekim yaptıkları bilinmektedir. Kendi geleneksel anlatımlarıyla kuşa, taşa, yaşa diye ifade ettikleri bu durumun, tarlalarında ekinin seyrek kalmasına karşı bir ihtiyat sonucu olduğu anlaşılmaktadır. Günümüzde genelde mibzer kullanımı yaygınlaşmış olmakla birlikte, tohum yatağı hazırlığı ve ekim yöntemi hakkında net bilgi sahibi olmadıkça, çiftçi koşullarındaki bu durumun değerlendirmesini, birim alana atılan tohum sayısına göre değil, birim alanda çıkış yapmayı başaran bitki sayısına göre yapmanın daha doğru bir yaklaşım olacağı açıktır. Örneğin, geç yapılan ekilişlerde genellikle daha sık ekimlere karşılık alınabilmesinin, kısmen ekilen tohumların çıkış oranlarındaki azalma, ve daha çok ta çıkıştaki gecikmenin neden olduğu kardeşlenme oranındaki azalmanın sonucu olduğu düşünülmektedir. Geçmişte, Hamidiye alt istasyonunda yapılan bir sayımda, ekilen tohumların çıkış oranının ortalama % 85 dolayında olduğu belirlenmiştir. Çiftçi tarlasında tohum yatağı hazırlığına, kullanılan mibzerin kalitesine ve ekim derinliğine bağlı olarak bu oran bazen daha da düşük olabilir. Bu nedenle, bugüne kadar yapılan (ve yaptığımız) gibi optimum ekim sıklığı yerine, çeşitlerin optimum başak sayılarının belirlenmeye çalışılması, daha zor olsa da daha doğru bir yol olarak düşünülebilir. Genotipler arası kardeşlenme farklılıkları bir yana bırakılırsa, çevre koşullarının etkisini de doğru değerlendirmek gerekir. Örneğin, çok eskiden, düz mantık yürüterek yapılan değerlendirmelerde, optimal koşullara doğru gidildikçe ekim sıklığının arttırılabileceği şeklinde görüşler de olurdu. Ancak deneme ve gözlemler, bunun tam tersini göstermiştir. Genellikle taban tarlalarda ve sulu koşullarda daha seyrek ekimlerle optimum verime ulaşılabilirdiği görülmüştür ve bu da optimal koşullardaki kardeşlenmenin daha iyi olmasıyla açıklanmıştır. Kardeşlenmeyi etkileyen uygulama faktörlerinin en önemlilerinden biri de azotlu gübrelemedir. Özellikle erken ilkbaharda bitkinin azotla beslenme durumunun kardeşlenme üzerine büyük etkisi iyi bilinmektedir.

Kardeşlenme potansiyeli açısından genotipler arasında büyük farklılıklar olduğu gibi çevre koşulları ve kültürel uygulamalar da maksimum kardeş sayısını etkilemektedir. Bir çok konuda olduğu gibi, maksimum kardeş sayısının belirlenmesinde de en etkili çevre unsurları su ve sıcaklık olmaktadır. Kardeşlenmenin su sıkıntısına karşı hassas olduğu ve çok kurak koşullarda yarıya kadar düşebileceği belirtilmektedir (Peterson vd., 1984; Rickman vd., 1983). Sıcaklığın etkisi ise optimale oranla her iki yöndeki gelişmelerden olumsuz etkilenmektedir. Kardeşlenme dönemindeki çok düşük sıcaklıklar kardeşlenmeyi azalttığı gibi, çok yüksek sıcaklıklar da hem kardeşlenme süresini kısaltarak maksimum kardeş sayısını azaltmakta, hem de daha sonraki kardeş atımlarını arttırarak birim alanda başak sayısını düşürmektedir. Kardeş oluşumunun genellikle sapa kalkma başlangıcında durduğu (Baker and Gallagher, 1983; Önder, 2007), bu andan itibaren kardeş atımlarının başladığı ve maksimum kardeş dönemindeki çoğu kardeşin başak veremediği (Gallagher and Biscoe, 1978; Önder, 2007) bildirilmektedir. Berry vd. (2003) bu kardeş ölüm oranını % 37 ile 63 arasında belirlemiştir. Eskişehir’ de de yüzlek bir tarlada kuruya ekilen bir denemede, 10 çeşidin ortalaması olarak buğdayda bitki başına kardeş sayıları maksimum kardeş döneminde 2,7 olduğu halde, bu kardeşlerin yaklaşık % 63’ ü başak vermemiş ve bitki başına fertil kardeş sayısı 1’ e kadar düşmüştür (Önder, 2007). Bu oranın uygun koşullarda bile genellikle yaklaşık 1,5 civarında olduğu ifade edilmektedir (Acevedo vd, 2002).

Genotipler arası farklılıkların değerlendirilmesinde, genellikle maksimum kardeş sayısının çokluğundan ziyade, kardeşlerin başak verme oranlarının yüksekliği üzerinde durulmakta ve özellikle kurak koşullarda bu tür genotiplerin daha iyi sonuç verdiği belirtilmektedir (Loss and Siddique, 1994). Yukarıda sözü edilen çalışmada Önder (2007) de 10 buğday çeşidini bu açıdan karşılaştırmıştır. Bu 10 çeşitten, en fazla kardeş yapan Kutluk 94 çeşidi ile, kardeşlerin başak verme oranı (*tiller survival rate*) en yüksek bulunan Ak 702 ve Gerek 79’ a ilişkin değerler Çizelge 21’ de gösterilmiştir.

Çizelge 21. Değişik buğday çeşitlerinin bitki başına kardeş sayılarıyla, kardeşlerin başak verme oranları (Önder, 2007).

Çeşit	Kardeş / Bitki (Maksimum Kardeş Dönemi)	Başak / Bitki	Kardeşlerin Başak Verme Oranı (%)
Kutluk 94	3,36	1,07	31,8
Ak 702	3,11	1,55	49,8
Gerek 79	3,08	1,28	41,6

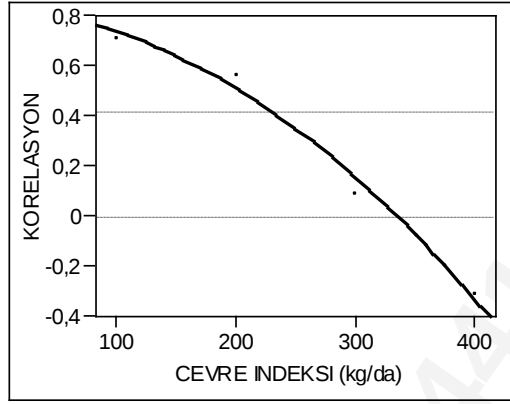
Çizelge incelendiğinde görüldüğü gibi, yüksek verimli ancak kurağa dayanıklılığı fazla olmayan Kutluk 94 maksimum kardeş döneminde en fazla bitki başına kardeş sayısına sahip olduğu halde, bu kardeşlerin % 70' ine yakını başak verememiş, kurak koşullara uyumluluğuyla bilinen Ak 702 ve Gerek 79 ise, denemedeki 10 çeşit arasında bitki başına başak sayısı en fazla çeşitler olurken bunu kısmen kardeşlenme güçleriyle, ama daha çok ta bu kardeşlerin başak verme oranlarıyla sağlamışlardır. Bunlardan Ak 702' nin, fizyolojik mukavemet parametreleri açısından zayıf olduğu, ancak dar yapraklı bir çeşit olması nedeniyle düşük sıcaklıktaki su kayıplarının fazla olmadığı daha önceki bölümlerde açıklanmıştı. Kardeş atımları da başaklanma öncesinde gerçekleştiği için, bu çeşit de kardeşlerinin yaklaşık yarısını muhafaza etmeyi başarmıştır. Bu oranların, yurt dışındaki benzer çalışmalarda kurağa dayanıklı çeşitlerden elde edilen rakamlara oranla yine de daha düşük olması ise, muhtemelen, ekim sıklığının (500 dane / m²) yurt dışındaki çalışmalara oranla çok daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Berry *et al.* (2003) yaptıkları ve maksimum sap sayısının 1000-1600 arasında olduğu çalışmada, bu oluşan kardeşlerin % 32-63' ünün başak çıkaramadan öldüğünü belirtmişlerdir. Kardeş ölümlerinin çeşitlere göre değişmekle birlikte en yoğun yaşandığı dönemlerin, bayrak yaprak dönemi (ZD 39) ve çiçeklenme dönemi (ZD 61) olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu durum ekolojilere göre değişiklik göstermektedir. Nitekim, kuraklık sıkıntısının daha erken dönemde başladığı yüzlek tarladaki çalışmasında, Önder (2007) en yüksek düzeyde kardeş atımlarının sapa kalkma döneminde oluştuğunu belirlemiştir.

Yurt dışındaki genotip karşılaştırma çalışmalarında genellikle birim alanda başak sayısını tek başına değerlendirmekten çok, bu sayının başakta dane sayısı ile bileşimi olan birim alanda dane sayısı ele alınmakta ve bu sayının verim üzerine dane ağırlığından daha etkili olduğu ifade edilmektedir (Austin *vd.*, 1980; Slafer *vd.*, 1990; Slafer *vd.*, 1996). Genetik ilerleme çalışmalarında, yıllar itibarıyla meydana gelen verim artışının birim alandaki dane artışıyla ilgili bulunduğu ve bunun da büyük ölçüde başaktaki dane sayısında meydana gelen gelişmeden kaynaklandığı görülmüştür (Calderini *vd.*, 1995). Orta Anadolu bölgesindeki araştırma enstitüleri tarafından yapılan genetik ilerleme çalışmaları da başakta dane sayısındaki artışın bu bölge için geliştirilen çeşitlerde en önemli ilerleme unsuru olduğunu ortaya koymuştur (Aydın *vd.*, 1995; Avçin *vd.*, 1997). Ancak bu genetik ilerleme çalışmaları optimal koşullar altında (çoğunlukla sulama yapılarak) potansiyel anlamdaki verimliliği görmeye yönelik olmaktadır. Oysa kurak koşullara doğru gidildikçe farklı durumlar ortaya çıkmaktadır. Bu yayında sık sık sözü edilen, 19 çeşitle 16 çevrede yürütülen çalışmada, çeşitlerin optimal koşullarda belirlenen başak sayılarıyla, değişik çevre indeksi değerlerindeki verimleri arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 22 ve Şekil 13' de gösterilmiştir.

Çizelge 22. Buğday çeşitlerinin birim alanda başak sayılarıyla değişik çevre indeksi değerlerinde beklenen verimleri arasındaki korelasyon katsayıları.

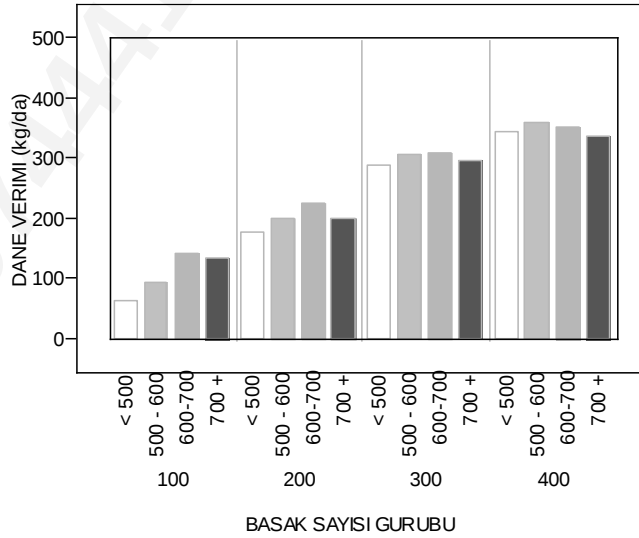
	Çevre İndeksi (kg / da)			
	100	200	300	400
Birim Alanda Başak Sayısı	0,72**	0,57**	ö.d.	ö.d.

**P=0,01 düzeyinde önemli;*0,05 düzeyinde önemli;ö.d. 0,05 düzeyinde önemli değil.



Şekil 13: Buğday çeşitlerinin birim alanda başak sayılarıyla değişik çevre indeksi değerlerinde beklenen verimleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Çizelge 22 ve Şekil 13’ de görüldüğü gibi, birim alanda başak sayısı 200 – 250 kg/da’ ın altındaki verim düzeylerinde, verimle olumlu ilişki vermekte, verim düzeyleri yükseldikçe bu ilişki azalmakta ve olumsuz doğru ilerlemektedir. Bu durumun nedeni birim alandaki başak sayısı ile başakta dane sayısı arasındaki olumsuz ilişkidir ($r = -0,86^{**}$, $n = 19$). Nitekim yine Eskişehir’ de yapılan bir başka çalışmada (Savaşlı vd., 2012), 49 çeşit ve hat kuru koşullarla, kısıtlı ve tam sulama koşullarında karşılaştırılmış, ancak yılın yağışlı geçmesi nedeniyle sulama yapılmayan sette bile yüksek verim alınan ve verimin 434 ile 666 kg/da arasında değiştiği denemede 3 uygulamada da verim başak sayısı ile ilgili bulunmazken, başakta dane sayısı ile önemli düzeyde ilişki vermiştir. Önder (2007)’ in çalışmasında ise, kuru koşullarda dane verimi başak sayısı ile ilişkili bulunurken, başakta dane sayısı ile ilişki vermemiş, sulı koşullarda ise bunun tam tersi olmuştur. 19 çeşitle 16 çevrede yürütülen çalışmada elde olunan değerlerden hesaplanan, değişik çevre indekslerinde başak sayısının rolü, Şekil 14’ de gösterilmiştir.



Şekil 14: Değişik verim düzeylerinde, birim alanda başak sayısı yönünden farklı grupların verim düzeyleri.

Başak sayısı grupları, optimale yakın koşullarda elde olunmuş değerleri göstermektedir. Çünkü seleksiyonlar genellikle o koşullarda yapılmaktadır. Bu çalışmada 450 dane / m² ekim sıklığı kullanılmıştır. Şekilde görüldüğü üzere, ikinci en çok başak veren grup (600-700 başak / m²) düşük verim koşullarında avantajlı olmuş, ancak giderek bu üstünlüğünü kaybetmiş ve 400 kg/da verim düzeyinde metrekarede 500 ile 600 arasında başak veren grup öne çıkmıştır. En az başak veren grupsa bu düzeyde bile öne çıkmamıştır. Ancak daha önce verdiğimiz veriler düşünülürse, daha yüksek verim koşullarında (örneğin 450-500 kg/da' ın üzerinde) bu grubun üstünlük sağlamasının da mümkün olabileceği anlaşılmaktadır. Çünkü başak sayısı ile başakta dane sayısı arasında çok yüksek olumsuz korelasyon bulunmuştur. Nitekim, bu gruba giren, yani en az başak sayısı veren çeşitlerin çoğu optimal koşullar için geliştirilmiş, verim potansiyeli yüksek çeşitlerdir.

BAŞAKTA DANE SAYISI:

Buğdayın başak eksenindeki her boğumda bir başakçık bulunmakta ve bu başakçıkların her biri 3 ila 6 çiçek ihtiva etmektedir (Kirby and Appleyard, 1984). Ancak bu çiçeklerin ne kadarının dane bağlayacağı genotipin ve çevre koşullarının etkisiyle belirlenmektedir. Dane oluşumunu sağlayan döllenme olayı başağın orta noktasından başlamakta ve 3-5 gün içerisinde başağın her iki ucuna doğru ilerleyerek devam etmektedir (Peterson, 1965). Böylece bir buğday başağındaki dane sayısı, başaktaki başakçık sayısı ile, başakçıktaki dane sayısının bileşimi olarak ortaya çıkmaktadır.

Başakta başakçık sayısı, öncül olarak, başak taslağının oluştuğu sapa kalkma başlangıcı öncesinde belirlenmekte, ancak nihai başakçık sayısı bundan sonraki gelişme durumuna ve çevre koşullarına bağlı olmaktadır. Fischer (1985), tozlanmadan önceki 30 günlük sürede radyasyon alımının birim alandaki dane sayısı üzerine olumlu, yüksek sıcaklığın olumsuz etki yaptığını belirterek, bu konudaki değerlendirmelerde kullanılmak üzere fototermal katsayı (*photothermal quotient*) kavramını tanımlamıştır. Sözü edilen süredeki radyasyonunun bu aynı sürede 4,5 °C' nin üzerindeki ortalama sıcaklığa bölünmesiyle elde olunan bu değer birim alandaki toplam dane sayısını belirleyici olduğu ifade edilmektedir. Ancak birim alanda dane sayısı, birim alanda başak sayısı ile, başakta dane sayısının bileşimi olduğundan iki unsurun da etkilenmesi sonucu bu durumun ortaya çıkması da mümkündür. Bu dönemde kardeşlenmenin sürmesi beklenmemekle birlikte, kardeş atım oranları üzerine özellikle yüksek sıcaklığın olumsuz etkisi bilinmektedir. Başakta dane sayısı üzerine etkiyse, başakçık oluşma süresinin serin havalarda daha uzun sürmesi nedeniyle, başakta başakçık sayısı üzerine yaptığı olumlu etkiyle açıklanmaktadır (Fischer, 1985). Bu dönemdeki yüksek sıcaklığın, fertil başak sayısını azaltabileceği gibi, asıl büyük etkiyi başakta dane sayısını azaltarak yaptığı, söz konusu dönemdeki ortalama sıcaklığın 15 °C' den 25 °C' ye yükselmesi sonucunda başakta dane sayısının % 60 oranında azaldığı bildirilmiştir (Warrington vd., 1977). Daha sonra yapılan bir çalışmada da, başaklanmadan 20 gün öncesi ile 10 gün sonrası arasındaki bir aylık sürede, en yüksek fototermal katsayının en yüksek birim alanda dane sayısı verdiği bulunmuştur (Dhillon and Ortis-Monasterio, 1993). Değerlendirmenin bu şekilde, iki unsurun bileşimi üzerinden yapılmasının, bir tür elastikiyet sağladığı için benimsendiği anlaşılmaktadır. Çoğu durumda, birim alandaki dane sayısının verimle verdiği olumlu ilişkinin başak sayısından çok, başakta dane sayısından kaynaklandığı açıklanmaktadır. Ancak, bir önceki bölümde açıkladığımız gibi, söz konusu çalışmalar genellikle optimal ya da optimale yakın koşullarda, 500-800 kg/da verim düzeylerinde gerçekleştirilmiştir. Orta Anadolu' nun kurak kesimlerine doğru gidildikçe bazı ilişkilerin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bunun en temel nedeni ise, birim alanda dane sayısını belirleyen bu iki unsur arasında, özellikle de kurak koşullarda çok belirgin olan, olumsuz etkileşimdir. 19 çeşit üzerinden yapılan korelasyon analizi sonucunda, birim alandaki başak sayısının, başakta başakçık sayısı ile ($r = -0,77^{**}$, $n = 19$), başakçıktaki dane sayısı ile ($r = -0,74^{**}$, $n = 19$) ve sonuçta bu ikisinin bileşimi olan başakta dane sayısı ile ($r = -0,86^{**}$, $n = 19$) yüksek düzeyde olumsuz ilişki olduğu görülmüştür. Bununla ilgili olarak, en az ve en çok başak veren 4 çeşidin bu verim unsurlarına ilişkin değerleri Çizelge 23' de verilmiştir.

Çizelge 23. Değişik buğday çeşitlerinin birim alanda dane sayısını belirleyen verim unsurları (Denemenin ilk yılında iki enstitüde de yaşanan başakçık sterilitesi nedeniyle 2.yıl ortalamaları verilmiştir).

Çeşit	Başak / m ²	Başakta Başakçık	Başakçıktaki Dane	Başakta Dane
Yayla 305	820	14,8	1,7	25
Gerek 79	745	14,5	1,9	27
Sertak 52	743	15,6	1,7	26
Ak 702	700	15,4	1,8	28

Çeşit	Başak / m ²	Başakta Başakçık	Başakçıkta Dane	Başakta Dane
Kırkpınar 79	460	16,4	2,5	41
Zitarka	441	16,9	2,2	37
Kate A-1	429	17,3	2,3	40
Bezostaya 1	406	16,8	2,0	34

Çizelge 28’ de çeşitlerin verim unsuru dağılımları, gerek yurt dışında, gerekse Eskişehir ve Ankara’ da yapılan çalışmalarda elde olunan ve genetik ilerlemenin başak sayısına değil, başakta dane sayısına bağlı olduğu şeklindeki sonuçları doğrular niteliktedir. Nitekim, çizelgede görülen ve 19 çeşit arasında en yüksek başak sayısını veren 4 çeşitten 3’ ü üretim dışında kalmış eski çeşitlerdir. Ancak bu çeşitlerin yanında yer alan Gerek 79’ un bu durumu tartışmaya değer bulunmuştur. Gerek 79’ un aynı grupta yer alan diğer 3 çeşitten hangi konularda ayrıldığının belirlenmesi, onlara sağladığı üstünlüğe neden olmuştur sorusuna cevap arandığında 3 temel farklılık ortaya çıkmaktadır:

- 1- 16 çevrede yürütülen çalışmada, en yüksek verimlerin alındığı Eskişehir 2. yıl denemelerinde, kendisi de yüksek yağış ve aşırı hassasiyeti nedeniyle 80S düzeyinde sarı pas zararına uğramasına rağmen, onlara oranla kısa olan boyu nedeniyle diğer 3 çeşit gibi yatmadığı için onlara sağladığı verim üstünlüğü.
- 2- Denemelerin dışında, yoğun sarı pas epidemilerinin görüldüğü 1990’ lı yılların ikinci yarısına kadar Orta Anadolu çiftçilerinin en çok benimsediği ve bu dönemde yapılan çoğu verim stabilitesi çalışmasında en istikrarlı çeşit olarak belirlenmesinde birinci etken olarak görülen erkenciliği.
- 3- Aslında orta geççi ve geççi çeşitler için daha önemli olduğu düşünülebilecek fizyolojik mukavemet parametreleri açısından, orta geççi Ak 702 ve Sertak 52’ ye oranla büyük üstünlüğü ve bu açılardan kendisinin de ebeveyni olan Yayla 305’ le benzer düzeydeki dayanıklılığı.

Verim unsurları tartışılırken bu konuya giriş yapmamızın nedeni, su kullanma etkinliği bölümünde açıklandığı gibi, optimal koşullarda yapılmış ilişki çalışmalarında elde edilen sonuçlar verim potansiyeli açısından geçerli olsa bile, Orta Anadolu çiftçileri için çeşit geliştiren ıslahçıların konuyu bir de verim stabilitesi açısından düşünmelerinde görülen yarar olmuştur. Bu konuyla ilgili olarak, daha önce birim alanda başak sayısı ile olumsuz ilişki verdiğini açıkladığımız yaprak eninin, başakta dane sayısı ile yüksek düzeyde olumlu korelasyon verdiğini ($r = 0,77^{**}$, $n = 19$) belirtmek yararlı olabilir. Sonuç olarak, geniş yapraklı çeşitler bunun sağladığı fotosentetik yüzey üstünlüğü nedeniyle suyun büyük oranda kısıtlı olmadığı durumlarda daha yüksek verim verirken, bu durum aynı zamanda daha fazla transpiratif yüzey anlamına geldiği için, kurak koşullarda başarılı olmamaktadır. Özetle, su açısından optimal koşullarda, verim düzeyleri radyasyon alımı ve fotosentez etkinliği tarafından belirlenirken, kurak koşullarda daha çok transpirasyon etkinliği tarafından belirlenmektedir ve bu etkinlik te kurak bölgelerde yetiştirilen geniş yapraklı çeşitlerde genellikle daha düşüktür.

DANE AĞIRLIĞI:

Her genotipin bir maksimum dane ağırlığı olduğu ve genotiplerin dane ağırlığının kaynaktan (*source*) çok kapasite (*sink*), yani birim alanda dane sayısı tarafından belirlendiği ifade edilmektedir (Acevedo, 2002). Ancak optimal koşullarda belirlenen bu duruma karşın, dane doldurma sırasında oluşan çevresel stres faktörlerinin varlığı halinde kaynağın da sınırlanması, yani daneyi dolduracak fotosentetik potansiyelin alan ve/veya süre olarak sınırlanması, sonucunda genotipler maksimum dane iriliklerine ulaşamayabilmektedirler (Richards, 1996). Bu durumda da, dane iriliği genellikle verim potansiyelinden çok verim stabilitesi açısından yapılan değerlendirmelere konu olmaktadır. Genelde, birim alanda dane sayısı ile dane ağırlığı arasında olumsuz ilişki bulunduğu ifade edilmekte ve bunun asimilat rekabetinden kaynaklandığı belirtilmekte ancak bazı araştırmacılar da buna aynı başak üzerinde eksenden uzak danelerin yeterince dolmaması sonucu ortalama dane ağırlığının düşmesinin neden olduğunu ileri sürmektedir (Miralles and Slafer, 1996). Bizim 19 çeşitle yaptığımız çalışmada da bu iki unsur arasındaki ilişki olumsuz eğilim göstermekle birlikte istatistiksel düzeyde önemli olmamıştır. Bu durumun anlaşılabilmesi için, dane iriliğinin iki

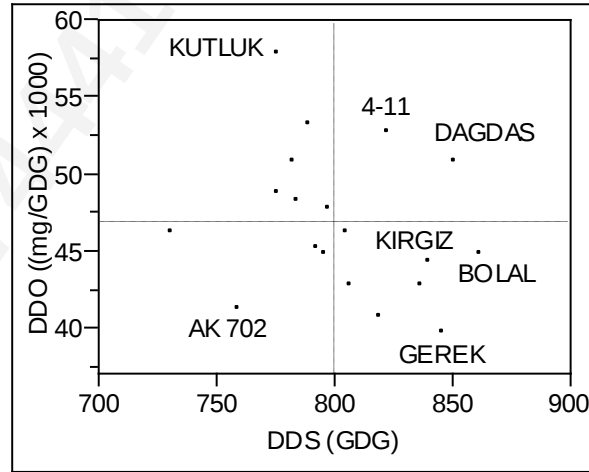
bileşeni olan dane doldurma süresi ve oranlarının da incelenmesi gerekmiştir. Bu özellikleri açısından öne çıkan bazı çeşitlerin durumu Çizelge 24’ de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 24 Değişik buğday çeşitlerinin dane doldurma süre ve oranlarıyla, dane ağırlıkları.

Çeşit	Dane Doldurma Süresi (GDG)	Dane Doldurma Oranı (mg / GDG)	Dane Ağırlığı (mg)
Bolal 2973	862	0,045	38,8
Dağdaş 94	850	0,051	43,4
Gerek 79	845	0,040	33,8
Kırgız 95	840	0,045	37,4
4-11	822	0,053	43,6
Kutluk 94	775	0,058	45,0
Ak 702	759	0,042	31,5
Ortalama*	803	0,047	37,7

* Denemede yer alan toplam 19 çeşidin ortalaması.

Sadece Çizelge 24’ de verilen 7 çeşidi değil, 19 çeşidin tamamını kapsayan korelasyon analizi sonucunda, dane ağırlığının dane doldurma süresinden çok dane doldurma oranıyla ilişkili olduğu görülmüştür ($r = 0,84^{**}$, $n = 19$). Eskişehir’ deki derin profilili enstitü arazisinin, normal yağışlı bir yılda sağladığı optimale yakın koşullarda elde olunan bu ilişkinin, kurak yıllarda ve/veya su depolama kapasitesi düşük tarlalarda, dane doldurma süresi tarafından da büyük ölçüde etkilenebileceği, bu durumda, potansiyel dane irilikleri dane doldurma oranları tarafından belirlenirken, kurak koşullardaki dane ağırlığı stabilitesininse dane doldurma süresiyle çok yakından ilişkili olduğu söylenebilir. Bunun daha iyi açıklanabilmesi için, Çizelge 24’ de verilen 7 çeşidin dane doldurma parametreleri Şekil 15’ de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 15: Değişik buğday çeşitlerinin dane doldurma süre ve oranları.

Çeşitlerden Kutluk 94, Dağdaş ve 4-11’ in bu çeşitler arasında en iri daneliler olmasının dane doldurma oranlarıyla ilişkisi Şekil 15’ de görülmektedir. Gerek 79, Bolal 2973 ve Kırgız 95’ in ise erkenciliklerinin sağladığı uzun dane doldurma sürelerinden daha önce de söz edilmişti. Bu özellikleri onlara kurak bölgelerde belli bir stabilite sağlarken, potansiyel dane iriliklerininse diğer 3 çeşitten daha düşük olmasının düşük dane doldurma oranlarıyla açıklandığı

yine şekilde görülebilir. Benzer dane doldurma süresine sahip olan Dağdaş ise aynı zamanda dane doldurma oranı da yüksek olduğundan çok daha iri dane vermektedir.

Dane iriliği üzerine en etkili çevre unsurlarının dane doldurma dönemindeki su ve sıcaklık ilişkileri olduğu, bu dönemdeki kuraklık dane ağırlığını azaltırken, yüksek sıcaklığın da aynı etkiyi yaptığı bilinmektedir. Dane doldurma dönemindeki ortalama hava sıcaklığında meydana gelen her bir °C artışın dane ağırlığında neden olduğu azalma, değişik araştırmacılar tarafından % 4 ile 8 arasında tespit edilmiştir (Wardlaw vd., 1980; Wiegand and Cuellar, 1981; Acevedo vd., 1991). Eskişehir ve Batı Geçit bölgesinde ikisi makarnalık, ikisi ekmeklik olmak üzere 4 çeşitle sürdürülen 17 denemeden, dane ağırlıkları tespit edilen 9 denemede de benzer oranlar elde edilmiş olmakla birlikte, bunun çeşitlere göre de değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Söz konusu 4 çeşidin dane ağırlıklarıyla, dane doldurmanın büyük bölümünü kapsayan Haziran ayı sıcaklık ortalamaları arasında elde olunan regresyon denklemleri aşağıda verilmiştir (tüm çeşitler için n = 9).

Kunduru 1149 (Makarnalık): Dane ağırlığı (mg) = 55,9 – 2,89 x (Sıcaklık – 18 °C) R² = 0,83**

Çakmak 79 (Makarnalık): Dane ağırlığı (mg) = 48,5 – 2,82 x (Sıcaklık – 18 °C) R² = 0,78**

Bolal 2973 (Ekmeklik) : Dane ağırlığı (mg) = 42,3 – 1,52 x (Sıcaklık – 18 °C) R² = 0,46*

Gerek 79 (Ekmeklik) : Dane ağırlığı (mg) = 39,8 – 0,87 x (Sıcaklık – 18 °C) R² = 0,19

Yukarıdaki denklemlerde görüldüğü gibi, denemelerde yaşanan en düşük Haziran ayı sıcaklık ortalaması olan 18 °C' nin üzerindeki her 1 °C' lik artış, çeşitlerin dane ağırlığında 0,87 ile 2,89 mg azalmaya neden olurken, bu etkinin makarnalık buğdaylarda çok daha fazla olduğu dikkati çekmiştir. Bunun kısmen çeşitlerin optimal dane ağırlıklarıyla da ilişkisi olabileceği düşünülerek, bu azalmalar % ağırlık şeklinde de hesaplanmıştır. Bunun sonucunda Kunduru ve Çakmak için her 1 °C' lik artışın neden olduğu azalma, sırasıyla, %5,2 ve 5,8 olurken, Bolal ve Gerek için, sırasıyla, % 3,6 ve 2,2 olarak bulunmuştur. Bunda kısmen buradaki ekmeklik buğday çeşitlerinin makarnalıklara oranla erkenciliğinin, kısmen de makarnalık buğdayların genelde ekmekliklere oranla kurak koşullara daha hassas olmalarının (Fischer and Maurer, 1978; Sojka vd., 1981) etkisi olduğu düşünülmektedir.

Söz konusu denemelerde Haziran ayı sıcaklık ortalamaları en düşük 17,5 ile en yüksek 21,4 arasında gerçekleşmiştir. Çizelge 25' de, çeşitler için bu sıcaklıkların karşılığı olan dane ağırlıklarıyla, bu yaklaşık 4 °C' lik sıcaklık farkının neden olduğu toplam kayıp yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 25. Değişik buğday çeşitlerinin, farklı Haziran ayı ortalama sıcaklıklarında sahip oldukları dane ağırlıkları ve yüksek sıcaklığın dane ağırlığında neden olduğu azalma yüzdeleri.

Çeşit	Dane Ağırlığı (mg)		Kayıp (%)
	17,5 °C	21,4 °C	
Kunduru 1149	57,3	46,1	19,5
Çakmak 79	49,9	38,9	22,0
Bolal 2973	43,1	37,9	12,1
Gerek 79	40,2	36,8	8,5
Ortalama	47,6	39,9	16,2

Aynı denemelerde, dane doldurma dönemindeki yağış değerleri de incelenmiş ancak dane ağırlığıyla önemli ilişkisi bulunmamıştır. Bu duruma, tamamı çiftçi tarlalarında yürütülen bu denemelerde ekim anında profilde bulunan birikmiş su farklılıklarının neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim, Eskişehir' de birikmiş suyun verime etkisini görmek için yapılan bir çalışmada değişik ön bitkilerle oluşturulan profil nem düzeyi farklılıkları, en büyük etkiyi dane ağırlığı üzerine yapmıştır. Değişik ekim nöbeti uygulamalarının nadasa oranla 120 cm toprak profilinde neden olduğu nem azalmaları ve bunun tüm çeşitlerin ortalaması olarak dane ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 26' da verilmiştir. Çizelgedeki değerler 3 yıl ve 6 çeşit ortalamasıdır.

Çizelge 26. Değişik ekim nöbetlerinin nadasa oranla neden olduğu nem azalması ve bunun dane ağırlığı üzerine etkisi (4 buğday ve 2 arpadan oluşan 6 çeşit ortalaması).

Ön Bitki	Nadasa Oranla Nem Azalması (mm / 120 cm)	Dane Ağırlığı (mg)
Nadas	-	40,6
Nohut	61	39,7
Buğday	82	35,9
Aspir	102	34,3

Çizelge 26' deki değerler, birikmiş sudaki her bir mm azalmanın, dane ağırlığında yaklaşık 0,06 mg azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada başakta dane sayıları bu kadar büyük ölçüde etkilenmemiş olmakla birlikte, su depolama kapasitesi düşük kır bayır tarlalara gidildiğinde, yıl da kurak geçtiği taktirde, depolanmış suyun daha önce tüketilmeye başlanması sonucunda daneler gibi başaklar da küçülebilir ve başakta dane sayıları da azalabilir. Bu da, daha önce ifade ettiğimiz gibi, geniş alanlara yayılması istenen stabil çeşit geliştirme çalışmalarında, özellikle de yüzlek tarlalar için, verimi dane iriliğinden çok erken dönem verim unsurlarına dayalı çeşit geliştirmenin önemini vurgulamaktadır. Başak başına verimi yüksek çeşitlerse, genelde daha yüksek verim potansiyelleri nedeniyle, yüksek yağışlı ve/veya su depolama kapasitesi yüksek derin profilli tarlalarda daha avantajlı olabilir. Profilin derinliklerinde birikmiş suyun verim üzerine en önemli etkiyi, hasat indeksini geliştirmek suretiyle yaptığı, yani geç dönem verim unsurlarını geliştirmek suretiyle yaptığı başka araştırmacılarca da ifade edilmiştir (Passioura and Angus, 2010). Bu durumda, bu tür derin profilli tarlalarda hasat indeksi potansiyeli yüksek çeşitler başarılı olurken, kır bayır tarlalarda bunun tersi olabilir. Belli bir bölgedeki buğday fenolojisinin bölge iklim koşullarına uydurulması, mevsim koşullarının uygun olduğu dönemlerden en büyük yararı sağlayabilmesi açısından yararlı olmaktadır görüşü başka araştırmacılarca da belirtilmiştir (Araus vd., 2002). Bununla bağlantılı olarak, Kansas' ta yapılan bir araştırma (Dönmez vd., 2001) aynı şekilde erken dönem unsurlarının önemini göstermiştir. Orta Anadolu bölgesi, Kansas kadar sıcak bir bölge olmamakla birlikte, orada sıcaklık baskısının oluşturduğu durum, Orta Anadolu' nun kır bayır tarlalarında da geç dönem kuraklıklarının aşırı derecede hissedilecek olması nedeniyle geçerlidir.

KURAĞA HASSASİYET VE DAYANIKLILIK İNDEKSLERİ

Bu konuyla ilgili değerlendirmeye başlamadan önce, araştırmacının tam olarak neyi amaçladığına karar vermesi gerekmektedir. Kurak koşullara uyum sağlayacak çeşit aramak için yapılacak bir değerlendirmeyle, melez bahçesinde kurağa dayanıklılık açısından genitör olarak kullanılacak genotip belirlemeye yönelik değerlendirme farklı durumlar ortaya çıkarmakta olup, bu konuda farklı yorumlar yapılmaktadır. Aşağıda bu konuda geliştirilmiş indeksler açıklanmakta ve Orta Anadolu bölgesinde bu konuda yapılan bir çalışmanın verileriyle de örneklenmektedir.

Fischer and Maurer (1978) tarafından önerilen ve Kurak Hassasiyet İndeksi olarak adlandırılan kavram, sulanmış (kontrol) ve kurağa terkedilmiş uygulamalar arasında bir genotipin uğradığı, kontrolün yüzdesi olarak verim kaybının, aynı denemede kullanılan tüm çeşitlerin uğradığı ortalama verim kaybına bölünmesi esasına dayanmaktadır. Buna göre, çeşitlerin ortalama verim kaybı kuraklık şiddeti olarak adlandırılmakta, yani her bir genotipin kuraklıktan dolayı uğradığı verim kaybı, kuraklık şiddetine bölünerek, 1' den küçük değerler dayanıklı, 1' den büyük değerlerse hassas olarak kabul edilmektedir.

$$\text{Kurağa Hassasiyet İndeksi (KHİ)} = ((V_s - V_k) / V_s) / ((V_{so} - V_{ko}) / V_{so})$$

Denklemden:

V_k = Genotipin kurak koşuldaki verimi

V_s = Genotipin sulanan kontrol verimi

V_{ko} = Denemedeki çeşitlerin kurak koşuldaki ortalama verimi

V_{so} = Denemedeki çeşitlerin sulanan kontroledeki ortalama verimi

Bunu bir örnekle açıklamak için, 10 çeşitle kurulduğu varsayılan hipotetik bir denemede farklı reaksiyon veren iki çeşit için hesaplama örneği aşağıda gösterilmiştir:

Deneme ortalaması (10 çeşidin tümü) : :Kurudaki verimi 200 kg/da, kontrol verimi 350 kg/da
1. çeşit : Kurudaki verimi 200 kg/da, kontrol verimi 300 kg/da
2. çeşit : Kurudaki verimi 200 kg/da, kontrol verimi 400 kg/da

$$KHİ (1. \text{ çeşit}) = (100 / 300) / (150 / 350) = 0,33 / 0,43 = 0,77$$

$$KHİ (2. \text{ çeşit}) = (200 / 400) / (150 / 350) = 0,50 / 0,43 = 1,16$$

Örnekte görüldüğü gibi, 1. çeşit 0,77 KHİ değeriyle, nispeten daha dayanıklı, 2. çeşit 1,16 KHİ değeriyle nispeten hassas bulunmuştur. Oysa rakamlar incelendiğinde, bir çelişki hemen dikkati çekmektedir. 2. çeşit kuru koşullarda değeriyle aynı verimi verdiği halde, sırf suya daha fazla karşılık verdiği için daha hassas çıkmıştır. Burada durumu kurağa hassasiyet olarak mı, yoksa daha yüksek verim potansiyeli nedeniyle verilen sudan daha iyi yararlanmış olarak mı değerlendirmek gerektiği tartışmaya açıktır. Bu değerlendirme biçiminde verim potansiyelinin etkili olduğu şeklindeki görüşler alternatif hesaplama yöntemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur.

Bu düşüncelerin sonucunda, Bidinger vd. (1982) Hint darısı için yaptıkları çalışmada yeni bir kurağa dayanıklılık indeksi (KDİ) geliştirmişlerdir. Verim potansiyelinin ve kurağa dayanıklılıktan çok bir kuraklıktan kaçış aracı olarak değerlendirilen başaklanma tarihinin etkilerinin değerlendirme dışı bırakılması esasına dayanan bu indeksin hesaplanmasında, önce kuruda alınan verimler, kontrol verimleri ve başaklanma tarihleriyle regresyon analizine tabi tutularak öngörülen (*predicted*) verimleri bulunmakta, ikinci aşamada ise gerçek kuru verimler bu hesaplanan verimlerle regresyon analizine tabi tutularak, regresyon doğrusundan olumlu yönde sapma gösteren çeşitler dayanıklı olarak değerlendirilmektedir. İndeks hesaplaması ise, gerçek verimlerle, hesaplanan verimler arasındaki fark standart hataya bölünerek bulunmaktadır. Bunu formüllerle açıklamak yerine, Orta Anadolu bölgesinde yapılan bir çalışmanın gerçek değerlerini her 2 yöntemle değerlendirerek açıklamak daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir.

1994-1996 yılları arasında Eskişehir ve Konya’ da yürütülen denemelerden, örnek olarak Konya’ da elde olunan sonuçların 2 yıl ortalaması üzerinden her 2 yöntemle elde olunan KHİ ve KDİ değerlerini karşılaştırmak farkı daha iyi gösterecektir. Bu denemelerde, 4 farklı uygulama yapılmış, kurağa terk edilen bir uygulamaya karşı, diğer 3 uygulamada başaklanmadan 15 gün önce, 15 gün sonra ve ikisinde de olmak üzere 3 farklı zamanlamayla parsellere su verilmiştir. Yurt dışında bu tür çalışmalarda genellikle tam sulama yapılarak potansiyel değerlere ulaşılmaya çalışılmakla birlikte, bu çalışmada yatmaya dayanıklı olmayan eski çeşitler de yer aldığından, sadece iyi bir yılda alınacak verim düzeylerine ulaşmaya ve genotipik varyasyon sağlamaya yetecek düzeyde kısıtlı (30-40 mm) su verilmiştir. Her çeşidin 3 uygulama arasında en yüksek verimi verdiği parseller, kurağa terk edilen parselle karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Burada örnek olarak verilen Konya denemelerinde, verimle erkencilik arasında istatistiksel önemli korelasyon bulunmadığı için, düzeltmeler sulu verimler üzerinden yapılmıştır. İlk regresyonda elde olunan denklem aşağıda verilmiştir:

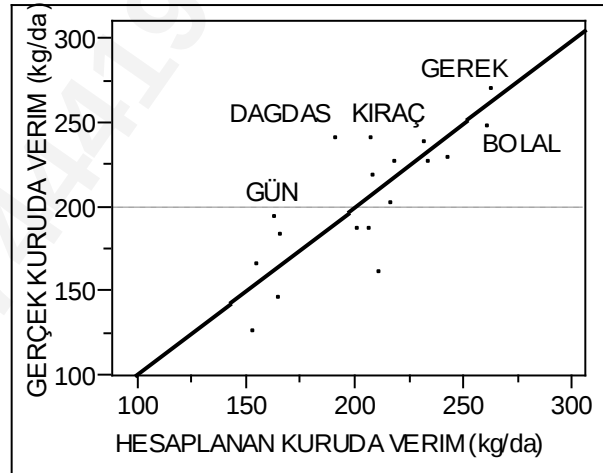
$$\text{Beklenen kuru verim (kg/da)} = - 32,4 + 0,84 \times \text{Sulu verim} (R^2 = 0,72^{**}, n = 19)$$

Denemede elde olunan gerçek kuru verimlerle, hesaplanan verimler ve bunlardan hesaplanan Kurağa Dayanıklılık İndeksleri Çizelge 27’ de verilmiştir.

Çizelge 27. Konya koşullarında buğday çeşitlerinin Bidinger *et al* (1982)' a göre hesaplanan Kurağa Dayanıklılık İndeksi (KDİ) değerleri.

Çeşit	Kuruda Dane Verimi (Kg / da)		Fark	KDI
	Elde Olunan	Hesaplanan		
Dağdaş 94	242	191	51	8,91
Kıraç 66	243	208	35	6,21
Gün 91	195	163	32	5,57
Bezostaya 1	185	166	19	3,36
Partizanka	168	155	13	2,36
4-11	220	209	10	1,77
Sertak 52	229	219	10	1,73
Gerek 79	272	263	8	1,49
Yayla 305	240	232	8	1,47
Ak 702	228	234	-7	-1,18
Bolal 2973	250	261	-11	-1,86
Kırgız 95	231	243	-12	-2,04
Kate A-1	189	201	-12	-2,06
Kutluk 94	204	217	-13	-2,22
91 Es SBVD 2-8	147	165	-18	-3,21
Atay 85	188	207	-19	-3,27
Zitarka	97	120	-23	-4,11
Kırkpınar 79	128	153	-25	-4,49
Es-14	163	211	-48	-8,42

Bu durum grafik olarak Şekil 16' de gösterilmiştir.



Şekil 16: Buğday çeşitlerinin kuru koşullarda gerçek ve hesaplanan dane verimleri.

Şekil 16' da görülen değerler, genel anlamda kurak koşullarda verimlilikten çok, diğer unsurları dışlayarak sadece su uygulamasından kaynaklanan farklılıkları göstermektedir. Örneğin, kuru koşullarda en yüksek verimi veren çeşit Gerek olduğu halde, yöntem en dayanıklı 3 çeşit olarak, Dağdaş, Kıraç ve Gün' ü belirlemektedir. Burada özellikle Bolal ve Gün arasındaki karşılaştırma ilginç bir durum arz etmektedir. Bolal kuruda Gün' den çok daha yüksek verim verdiği halde kurağa nispeten hassas bulunurken, Gün dayanıklı bulunmuştur. Bunun açıklaması da şu

olmaktadır: Bolal’ ın kuruda olduğu gibi suluda da yüksek verim vermesi sonucu kurudaki verim üstünlüğünün sadece su uygulamasından değil, denemenin yapıldığı koşullardaki genel verim üstünlüğünden kaynaklandığını belirlemektedir yöntem. Bu da bizi başlangıçta söz ettiğimiz yol ayrımına getirmektedir. Kuraklığın sorun olduğu bir bölgeye uyumlu çeşit mi, yoksa kurağa dayanıklılık açısından melez bahçesinde kullanılacak ebeveyn mi arandığı burada önemli olmaktadır. Bu nedenle de, olaya pratik yaklaşımlar ve tescilli çeşitlerin tavsiye bölgelerini belirlemeye yönelik çalışma yapanlar kurudaki verimleri gözönüne alırken, çeşit ıslahçıları bu ikinci yöntemi daha uygun bulmaktadırlar (Acevedo, 2002).

Sözü edilen 2 yöntemin aynı denemede verdikleri KHİ ve KDİ değerlerini aynı çizelgede (Çizelge 28) karşılaştırmak daha açıklayıcı olabilir.

Çizelge 28. Buğday çeşitlerinin farklı yöntemlerle hesaplanmış Kurağa Hassasiyet İndeksi ve Kurağa Dayanıklılık İndeksi değerleri.

Çeşit	Kurağa Dayanıklılık İndeksi (Bidinger <i>et al.</i> , 1982)	Çeşit	Kurağa Hassasiyet İndeksi (Fischer and Maurer, 1978)
DAYANIKLI		DAYANIKLI	
Dağdaş	8,91	Yayla 305	0,51
Kıraç 66	6,21	Gerek 79	0,59
Gün 91	5,57	Kıraç 66	0,63
Bezostaya 1	3,36	Ak 702	0,65
Partizanka	2,36	Sertak 52	0,67
4-11	1,77	Dağdaş	0,77
Sertak 52	1,73	4-11	0,78
Gerek 79	1,49	Bolal 2973	0,90
Yayla 305	1,47	Kırgız 95	0,92
		Gün 91	0,97
HASSAS		HASSAS	
Ak 702	-1,18	Kutluk 94	1,08
Bolal 2973	-1,86	Atay 85	1,09
Kırgız 95	-2,04	Bezostaya 1	1,15
Kate A-1	-2,06	Es-14	1,24
Kutluk 94	-2,22	Kate A-1	1,30
91 Es Sbvd 2-8	-3,21	Partizanka	1,32
Atay 85	-3,27	91 Es Sbvd 2-8	1,36
Zıtarka	-4,11	Kırkpınar	1,50
Kırkpınar 79	-4,49	Zıtarka	1,57
Es-14	-8,42		

Çizelge 28’ de görülen indekslerden KDİ değerlerinin 0’ dan büyük olanları dayanıklı, küçük olanları hassas olduklarını gösterirken, KHİ değerlerinin 1’ den küçük olanları dayanıklı, büyük olanları hassas olduklarını göstermektedir. İki değerlendirmede de çeşitler dayanıklıdan hassasa doğru sıralandırılmışlardır. Çeşitlerin bu iki indekse göre durumları karşılaştırıldığında, 19 çeşitten 14’ ünün iki yöntemde de aynı sonucu verdiği, diğer 5’ inin ise yönteme göre farklı sonuç verdiği görülmektedir. Buna göre, Dağdaş, Kıraç 66, Gün 91, 4-11, Sertak 52, Gerek 79 ve Yayla 305 her 2 yönteme göre dayanıklı bulunurken, Kate A-1, Kutluk 94, ES SBVD 2-8, Atay 85, Zıtarka, Kırkpınar 79 ve ES-14 her 2 yönteme göre hassas bulunmuşlardır. Öte yandan, Bezostaya 1 ve Partizanka KDİ değerlendirmesine göre dayanıklı çıkarken, KHİ değerlendirmesine göre hassas; buna karşılık, Ak 702, Bolal 2973 ve Kırgız 95, KDİ değerlendirmesine göre hassas çıkarken, KHİ değerlendirmesine göre dayanıklı bulunmuşlardır.

Daha önceki bölümlerde verdiğimiz bilgilerle kısmen uyumlu olmakla birlikte, farklılık arz eden durumlar da dikkati çekmektedir. Bunların en belirginini, fizyolojik mukavemet parametreleri açısından en hassas çeşitlerden biri olarak tanımladığımız Sertak 52’ nin burada her 2 yönteme göre dayanıklı çıkmasıdır. Bunun nedeniyse, buradaki

değerlendirmelere konu olan Konya denemelerinde fizyolojik mukavemet parametrelerinin çok etkili olmaması, çok daha sert kuraklık şiddetinin (% 43) yaşandığı Eskişehir 1. yıl denemesinde bu parametreler etkili olurken, Sertak 52' nin orada çok hassas bulunmasıdır.

Bu durumda, çeşit ıslahçıları için en ihtiyatlı yaklaşım, her 2 değerlendirmede aynı yanda yer alan çeşitlerin sonuçlarını değerlendirirken, diğerlerinin durumunu yeni denemeler kurarak tekrarlanabilirlik açısından izlemek olacaktır. Kaldı ki, kurağa dayanıklılığın çok yönlü bir olay olduğu ve bu nedenle de, bütün olarak ele alındığında kalıtım derecesinin düşük olduğu yani genotip-çevre interaksiyonuna açık olduğu düşünülürse, melezleme çalışmalarında kurağa dayanıklılığın parametreler itibariyle ele alınmasının daha gerçekçi bir yaklaşım olacağı anlaşılmaktadır. Agronomistler için ve bu arada çeşit geliştirmeye yönelik olmaktan çok, geliştirilmiş çeşitlerin tavsiye sınırlarını belirlemeye yönelik değerlendirme yapmak isteyen ıslahçılar içinse, verim stabilitesi türü çalışmalar yine de pratikte daha geçerli sonuçları vermektedir.

VERİM STABİLİTESİ

Su sıkıntısının sorun olduğu çevreler için yeni çeşitler geliştirmenin zorlukları, benzer sorunlarla karşılaşan başka ülkelerde olduğu gibi ülkemiz araştırmacıları tarafından da yakından bilinmektedir. Böyle bölgelerde yağış miktar ve dağılımı yıllar arasında büyük dalgalanma göstermekte, bir yıl dane doldurma döneminde oluşan kuraklık, bir başka yıl sonbaharda olabilmekte veya yılın geneline yayılan bir su noksanlığı söz konusu olmaktadır. Bu bölgelerde, sıcaklık ve nispi nem dağılımlarının da aynı şekilde değişmesi, kuraklığın boyutları üzerine etkili olmaktadır. Bu gibi kuraklık çeşitlerinin her birine karşı aynı bitkisel özelliklerin benzer ölçüde dayanıklılık sağlamaması bir yana, kurağa dayanıklılıkla ilgili bazı özelliklerin potansiyel verim açısından ters ilişki vermesi de, kurağa dayanıklı olarak geliştirilen çeşitlerin iyi yağışlı yıllarda beklenen verimi verememesi gibi durumlara yol açabilmektedir. Yağışlardaki değişkenliğin yol açtığı bu belirsizlik durumuna ek olarak, Orta Anadolu gibi, toprak özellikleri, özellikle su depolama kapasitesini belirleyen profil derinlikleri, yönünden büyük farklılıkların görüldüğü bölgelerde, bu değişkenlik te bütün bir bölgeye ve her türlü koşul altında hitap edecek çeşit geliştirmeyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, geliştirilen çeşitlerin sadece belirli bir verimlilik düzeyine sahip olması yetmemekte, ayrıca değişken çevre koşullarından da fazla olumsuz etkilenmemesi istenmektedir. Böylece, kurak yıllarda fazla verim kaybına uğramazken, iyi yağışlı yıllarda da bundan yeterince yararlanabilecek çeşit arayışları, verim stabilitesi çalışmalarının geliştirilmesini gerekli kılmıştır.

Bu yayının konusu kuraklık olduğu için sürekli olarak yağışla bağlantılı olarak açıkladığımız verim stabilitesi, genelde başta kuraklık olmak üzere verimi sınırlandıran tüm çevre değişkenleri üzerinden yapılmaktadır. Geçmişte buna itirazlar da olmuş, örneğin Federer and Scully (1993), genotip x çevre interaksiyonuna neden olan çevresel faktörlerin neler olduğu belirlenmedikçe bu değerlendirmenin çok büyük katkısı olmadığını ileri sürmüşlerdir. Ancak pratikteki çeşit ıslah çalışmalarında, hastalıklar gibi çok net ayrılabilen konular dışındaki çoğu (özellikle abiyotik) stres unsurunun sınırlarını ve oluşma olasılıklarını belirlemek çok zor olduğundan, genel anlamda verim değişkenliğine dayalı stabilize kontrolü yapılmaktadır. Bu bağlamda da, verim stabilitesi çalışmaları, çeşit ıslah programlarının zaten öteden beri yapmakta oldukları bölge verim denemelerinden elde olunan sonuçların, matematiksel olarak biraz daha ayrıntılı analizi anlamını taşımaktadır.

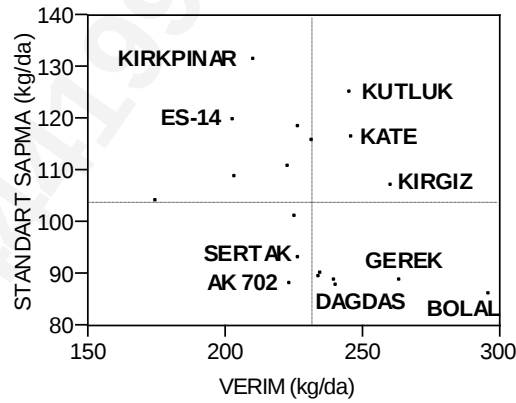
Çeşit ıslah programlarında verim stabilitesi çalışmalarını gerekli kılan şey genotip x çevre interaksiyonudur. Bu interaksiyonun olmadığı veya ihmal edilebilir boyutta olduğu olduğu homojen alanlarda buna gerek kalmazdı, çünkü bir lokasyon ve/veya yılda diğerlerinden fazla verim veren çeşidin diğer lokasyonlar ve/veya yıllarda da bu üstünlüğü sergileyeceği düşünülebilirdi. Ancak bu pratikte böyle olmamakta, genotip x çevre interaksiyonu, özellikle Orta Anadolu gibi kurak ve yarı kurak bölgelerde önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Bu nedenle öncelikle interaksiyon konusunun matematik anlamda tanımlanmış tiplerini incelemekte yarar vardır.

Matematik anlamda kesişen (*crossover*) ve kesişmeyen olmak üzere 2 tip interaksiyondan söz edilmektedir (Baker, 1988). Çeşit sıralamasını değiştiren, yani bir lokasyon veya yılda bir çeşit diğerinden fazla verim verirken, bir başka lokasyon veya yılda diğerinin üstün olmasına neden olan interaksiyon, kesişen interaksiyon olarak tanımlanmakta ve ıslahçının işini zorlaştıran da bu tür interaksiyon olmaktadır. Diğer türünde ise, sözü edilen iki lokasyonda da aynı çeşit üstünlük sağlasa bile, örneğin, birinde 20 kg da⁻¹ fazla verim verirken, diğerinde 150 kg da⁻¹ fazla verim verirse, varyans analizi sonucunda yine interaksiyon önemli çıkabilmekte, ancak genellikle göreceli üstünlüklere göre seçim yapılan ıslah programlarında bu büyük bir engel teşkil etmemektedir. Bu nedenle zaman zaman verim

üzerinden değil, çeşit sıralaması (*rank*) üzerinden stabilite analizleri de yapılmaktaysa da, yine de daha çok benimsenen verim üzerinden yapılan analizlerdir.

Stabilite kavramı statik ve dinamik stabilite olmak üzere 2 kategoride incelenmektedir (Becker and Leon, 1988; Lin vd., 1986). Her iki analiz şeklinde de, örnekleme hatasını en aza indirebilmek için, yani örneğin hedef bölgeyi temsil ihtimalini arttırabilmek için, belirli bir sayının üstünde çevrenin kullanılması gerekmektedir.

Statik stabilite bir çeşidin veriminin çevreden etkilenmemesi anlamına gelmekte ve analizi genellikle 2 şekilde yapılmaktadır. Ya bir çeşidin değişik çevrelerde verdiği verimin oluşturduğu varyasyon kareler ortalaması alınmakta (s^2) ve 0' a en yakın değer aranmakta, ya da Finlay ve Wilkinson (1963)' un önerdiği ve çeşidin verimini bağımlı, ayrıntısı dinamik stabilite konusunda incelenecek olan çevre indeksini bağımsız değişken olarak alan regresyon analizinde $b = 0$ a en yakın eğim değerini veren çeşidin stabilitesi statik stabilite olarak adlandırılmaktadır. Francis ve Kannenberg (1978), s^2 değerlerinin verimden bağımsız olmadığı gerekçesiyle, onun yerine varyansın karekökü olan standart sapmanın ortalama verime göre düzeltilmiş şekli olan DK (CV) değerlerinin kullanılmasını önermişlerdir. Statik stabilitenin, dinamik kavrama göre üstünlüğü genellikle tekrarlanabilirlik değerinin daha yüksek olması olarak belirtilmektedir (Annicchiarico, 2002). Ancak statik stabilite genellikle düşük verim düzeylerinde olduğu için, çeşit ıslahçıları dinamik stabiliteyi tercih etmektedirler. Becker (1981) ıslahçıların *homeostasis* olarak adlandırdıkları durumu yansıttığı düşüncesiyle, bu tür statik stabiliteyi *biyolojik stabilite* olarak adlandırmış, ve ıslahçıların tercih ettiği dinamik stabilitenin karşılığı olan *agronomik stabiliteden* ayrı değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Buna karşı, statik stabilitenin verim değerleriyle birlikte kullanılabileceği ortalama-standart sapma analizi adı verilen yöntem önerilmiştir (Barah vd., 1981; Witcombe, 1988). Bu yöntemde, apsis ortalama verime, ordinatsa standart sapmaya ayrılmakta, böylece çeşitler hem verim, hem de statik stabilite açısından aynı anda değerlendirilmektedir. Bunun daha iyi anlaşılabilmesi için, bu yayın boyunca sık sık verileri verilen 19 çeşitli denemeden, sadece özellikleri iyi bilindiği için sistemi açıklamaya yetecek belli sayıda çeşidin 16 çevrede verdikleri verim üzerinden bu yaklaşım Şekil 17' de gösterilmiştir.



Şekil 17: Bazı buğday çeşitlerinin verimlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.

Şekil 17' deki çeşitlerin dağılımından, hem verimleri ortalamasının üzerinde, hem de standart sapmaları ortalamasının altında bulunan Bolal, Gerek ve Dağdaş'ın en stabil çeşitler olduğu, Kutluk ve Kate' nin yüksek verimli ama sapması da yüksek bulundukları için iyi koşulların çeşitleri olduğu, Sertak 52 ve Ak 702' nin sapması düşük ama verimi ortalamasının altında olduğu için kötü koşulların çeşitleri olduğu, aslında sulu koşullar veya yüksek yağışlı Trakya bölgesi için tescil edildikleri halde bu denemeye varyasyonu geniş tutmak için alınan ES-14 ve Kırkpınar' ın bu 16 çevrenin çizdiği sınırlar içinde yerleri olmadığı anlaşılmaktadır. Bu açıdan bakılınca, statik stabilitenin verimle birlikte değerlendirilmesi, dinamik stabilite analizine yakın sonuçlar vermektedir.

Dinamik stabilite kavramı da değişik şekillerde değerlendirilmekte olup, bunların en yaygın kullanımı, Finlay and Wilkinson (1963)' un regresyon analizine dayalı yöntemidir. Bu yöntemde, her bir çevrede kullanılan tüm çeşitlerin ortalama verimi çevre indeksi olarak adlandırılmakta, herhangi bir çeşidin verimi bağımlı, çevre indeksi bağımsız değişken olarak alınmak suretiyle yapılan regresyon analizi sonucunda elde olunan a (intercept) ve b (eğim) değerlerine göre değerlendirme yapılmaktadır. Buna göre, b değerinin 0' a yakın olması çevreye karşı duyarsızlık, yani statik stabiliteye ölçü olurken, 1' e yakın olması ise dinamik stabiliteye ölçü olarak alınmaktadır. Bu arada a değerinin de 0' ın üzerinde olması, kötü koşullara dayanıklılığın ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Aslında Türkiye'deki çoğu çalışmada a değeri 0 üzerinden değerlendirilmekle birlikte, gerçekte tamamiyle hipotetik bir durum olan 0 verim değeri yerine, ıslahçının kendi bölge koşullarında beklenebilecek en düşük verim düzeyini belirleyip (örneğin 150/200 kg/da gibi), bu çevre indeksinde beklenen verimi a değeri olarak kullanması daha mantıklıdır. Çok ender durumlarda ortaya çıkabilecek 100 kg/da ve altındaki verimlere göre değerlendirme yapmak ıslahçının işini zorlaştırmaktan başka işe yaramayacaktır. Bu tür analizde elde olunan sonuçlar, bazen farklı çeşitlerin, çevre indeksine karşı verdikleri regresyon doğrularını gösteren grafiklerle, bazen de, yukarıdaki örneğe benzer şekilde ortalama verim ve b değeri (veya a ve b değerleri) şeklinde çift eksen çalışmalarıyla gösterilmektedir.

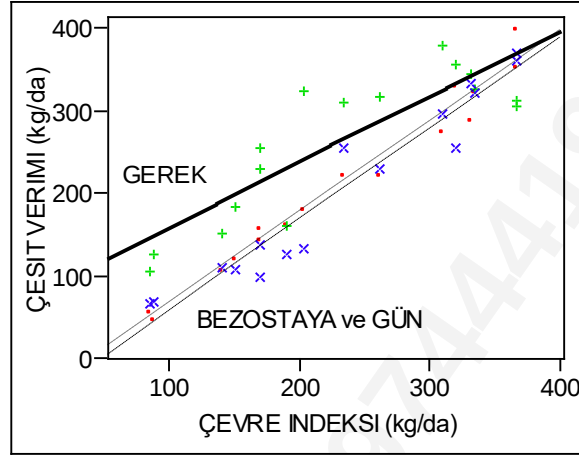
Daha sonraki yıllarda, Eberhart ve Russell (1966), Finlay-Wilkinson yöntemindeki regresyon denklemlerinin, çeşitlerin gerçek varyasyonunu göstermediği düşüncesiyle kendi yöntemlerini geliştirmişlerdir. Bu yöntem de yine Finlay-Wilkinson yöntemindeki regresyon analizine dayanmakta, ancak çeşitler için hesaplanan regresyon denkleminin çeşitlerin toplam varyasyonunu hangi oranda temsil ettiklerini gösteren determinasyon katsayısını (R^2), ya da bunun tersi olarak, çeşitlerin gerçek verimlerinin, o çeşitlerin regresyon denklemiyle belirlenen beklenen verimlerinden olan sapmalarının kareler ortalamasını (s_d^2) esas almaktadır. Ancak bu yöntem Finlay-Wilkinson'un ki gibi çeşitlerin adaptasyon bölgeleri ve sınırları konusunda bir fikir vermemekte, sadece herhangi bir çeşidin performansının, çeşitlerin genel performansı üzerinden öngörülebilir olup olmadığını test etmektedir. Bu nedenle de tek başına kullanılması ıslahçıya fazla bilgi vermemekte, Finlay-Wilkinson'un parametreleriyle birlikte kullanılması gerekmektedir. Özetle, Eberhart-Russell yöntemi, Finlay-Wilkinson yöntemindeki regresyon denklemlerinin güvenilirliğini test etmektedir.

Finlay-Wilkinson yönteminde en çok dikkat edilmesi gereken iki husustan biri, herhangi bir çeşit için elde olunan regresyon denkleminin güvenilirlik durumu (R^2 düzeyi) olurken, diğeri ise, yapılan değerlendirmenin kullanılan çeşitler topluluğuna özel olduğudur. Çünkü çevre indeksi bu çeşitler üzerinden belirlenmekte, o nedenle de stabil bulunan bir çeşidin bu özelliği onun denemede kullanılan çeşitlerin geneline oranla stabil olduğunu göstermektedir. Aynı çeşit bir başka grupta çeşit içinde değerlendirildiğinde, aynı sonucu vermeyebilir. Bu nedenle, denemede kullanılan çeşitlerin bölgeyi temsil edici nitelikte olması önem taşımaktadır (Lin vd., 1986).

Bu yaklaşımlar dışında başka stabilite değerlendirmeleri de önerilmiş olup, bunlardan en çok bilinenler, Wricke'nin *ekoalans* (Lin vd, 1986), ve Shukla'nın *stabilite varyansı* (Shukla, 1972) kavramları olmaktadır. Becker ve Leon (1988) bu iki değerlendirmenin aynı çeşit sıralamasını verdiklerini belirtmektedir. Eskişehir ve Konya'da 19 çeşit ve 4 denemede 4 su uygulamasıyla oluşturulmuş 16 çevre üzerinden elde olunan ekoalans değerleri, diğer stabilite parametreleriyle karşılaştırıldıklarında, Eberhart-Russell yöntemiyle hesaplanan, regresyon doğrusundan sapmaların kareler ortalamasıyla (s_d^2) $r=0,98^{**}$ düzeyinde korelasyon verdiği görülmüştür. Ekoalans değerinin de sapma değerleri gibi küçük olması istendiğinden aralarındaki ilişki pozitif korelasyonu göstermektedir. Buna karşılık, kuruda alınan verim ortalamalarıyla ekoalans değerleri arasında önemli ilişki çıkmamıştır. Bu nedenle, Finlay-Wilkinson yöntemi ve ona en yakın değerlendirmeleri veren ortalama-standart sapma çift eksen yaklaşımı çeşitlerin pratikteki performanslarını en yakın düzeyde açıklayıcı nitelikte bulunmuştur. Yalnız, bu konuda bir hususa dikkat etmek gerekmektedir. Burada sözü edilen standart sapma, Eberhart-Russell'in yöntemindeki varyansın karekökü değildir. Çeşitlerin tüm çevrelerde verdiği genel s^2 değerinin kareköküdür. Bu nedenle, iki standart sapmayı birbirine karıştırmamak için, Eberhart-Russell yönteminde regresyon doğrusundan olan sapmaların oluşturduğu varyans çoğu zaman s^2 olarak değil, s_d^2 olarak gösterilmektedir.

Bu arada, stabilite değerlendirmelerini karşılaştırma açısından ilginç olabilecek bir durum Gerek 79 için oluşmuştur. En yüksek verimlerin elde olduğu Eskişehir ikinci yıl denemelerinde, serin ve yağışlı ilkyaz yüksek düzeyde sarıpas epidemisine neden olunca, bu hastalığa karşı hassasiyeti iyi bilinen Gerek 80S düzeyinde hastalık alarak beklenenin altında verim vermiştir. Stabilite analizinde kullanılan 16 çevre 4 denemede yapılan kontrol dahil 4 su uygulamasıyla oluşturulduğu için, Gerek 79'un bu durumu o denemede ki 4 çevreyi birden etkilemiş ve bu da analiz

sonuçlarına yansımıştır. Finlay-Wilkinson yöntemine uygun olarak Gerek 79'un 16 çevre üzerinden verdiği regresyon doğrusu, Bezostaya 1 ve Gün 91'le karşılaştırmalı olarak Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18: Gerek 79, Bezostaya 1 ve Gün 91 çeşitlerinin 16 çevre üzerinden regresyon doğruları.

Düşük verimli çevrelerde Gerek 79'un diğerlerine açık üstünlüğü, yüksek verim düzeylerinde aradaki farkın kapanmış olması, onu stabil, diğer ikisini ise iyi koşulların çeşitleri olarak göstermektedir. Ancak şekildeki markör dağılımları, Gerek 79'da sarıpasın neden olduğu sapmaları net olarak göstermektedir. Bu nedenle, Eberhart-Russell değerlendirmesine de başvurulmuş ve bu durum matematik olarak ta görülmüştür. Bezostaya ve Gün, sırasıyla, 0,97** ve 0,94** R^2 değerleri verirken, bu değer Gerek 79 için de 0,01 düzeyinde anlamlı olmakla birlikte 0,73** düzeyinde kalmıştır. Aynı sapmalar doğallıkla s_d^2 değerlerine de yansımış, Bezostaya ve Gün'ün, sırasıyla 318 ve 752 olan s_d^2 değerleri, Gerek için 2272 gibi yüksek bir değer olmuştur. Bu durumda, çeşidi tanımayan ve Finlay-Wilkinson yöntemine başvurmadan salt Eberhart-Russell yöntemiyle hesaplanan sapmalara bakan bir araştırmacı, Gerek 79'un stabil olmayan bir çeşit olduğu karar verebilirdi. Oysa, 1980'li yıllardan başlayarak yapılan çok sayıda stabilite denemesinde sürekli olarak en stabil çeşit olduğu belirlenen Gerek 79'un, o yıllarda ağır bir sarıpas epidemisi yaşanmadığı için o özelliği gösterdiği açıktır. Nitekim, 1990'lı yılların sonlarında birkaç yıl içinde tekrarlanan epidemiler bu çeşidin önemli oranda alan kaybetmesine neden olmuştur. Bu yayının asıl konusu kurak koşullara uyumluluk olduğu için, bir hususu belirtmekte yarar var. Federer ve Scully (1993) 'nin sözünü ettiği çevresel varyasyon kaynaklarının bilinmesi gereği burada görülmektedir. Yani Gerek 79'un durumu kurak koşullara değil, hastalığa karşı hassasiyetinden ötürü ortaya çıkmıştır. Buna göre, pratikte en uygun görünen yöntem yine Finlay-Wilkinson metoduna göre adaptasyon sınırları belirlenirken, Eberhart-Russell yöntemiyle de sapmaların kontrol edilmesi olmaktadır. Bu sapmaların tüm denemelere yansımaları çeşidin stabilitesi konusunda kuşku uyandırırken, yukarıda verdiğimiz örnekteki gibi belli denemelerde meydana gelen sapmaların nedeni bilindiği taktirde daha sağlıklı değerlendirme yapmak mümkün olabilecektir. Leon ve Becker (1988), çeşitlerin bu tür sapmalarını değerlendirdikleri çalışmada, regresyon doğrusundan sapma değerlerinin tekrarlanabilirlik özelliğinin çok zayıf olduğunu belirtmişlerdir.

Yukarıda belirtilen farklı yaklaşımlar sonucunda, verim ve stabilitenin birlikte değerlendirilebileceği bir *verim güvenilirliği (yield reliability)* kavramı öne sürülmüştür (Eskridge, 1990). Bu yaklaşım, verim değerleri üzerinden de uygulanabildiği gibi, nispi verimler üzerinden de uygulanmaktadır. Buna göre, herhangi bir genotipin verimi, o denemedeki genel ortalamaaya bölünerek nispi verimler bulunmakta ve bu değerler üzerinden çizilen normal dağılım eğrisinde, belirlenen göze alınabilir risk oranlarına göre değerlendirme yapılmaktadır. Bu oran, hiç risk alamayacak durumda olan marjinal alanlarda % 10' kadar inse bile, modern tarım yapılan koşullarda % 25'in normal kabul edildiği belirtilmiştir (Annicchiarico, 2002). Örneğin, % 25 risk uygulamasına göre ve nispi verimler üzerinden değerlendirildiğinde, bir genotip için 0,9 değeri bulunmuşsa, bu değer, o çeşidin denemelerin temsil ettiği koşulların

sınırları içinde kaldıkça, ortalamanın % 90'ından daha az verim vermesi ihtimali % 25'ten fazla değildir şeklinde yorumlanmaktadır. Doğallıkla, bu yaklaşım da denemede kullanılan çeşitlere oranla ifade edildiği için, kullanılan çeşitlerin bölgeyi temsil edici nitelikte olması gerekmektedir. Ayrıca, normal dağılım varsayımını da içerdiği için mümkün olduğu kadar çok denemeye dayandırılması, sonuçların temsil edici niteliği açısından önemlidir. Daha önce farklı stabilite analiz sonuçları verilen 19 çeşidin 16 çevre üzerinden verim güvenilirlik testi de yapılmış, buna göre, 1'in üzerinde değer veren, yani popülasyon ortalamasının altında kalması ihtimali, bu sonuçlara göre % 25'ten fazla değil olarak belirlenen 3 çeşit Bolal (1,17), Gerek (1,03) ve Kırgız (1,01) olmuş, bunları Dağdaş, Kate-A-1 ve Kutluk, sırasıyla, 0,93, 0,92 ve 0,91 değerleriyle izlemişlerdir. Bu ikinci gurubun değerleri, popülasyon ortalamasının %90'ının altında kalma ihtimallerinin % 25'ten fazla olmadığı anlamına gelmektedir. Bunlardan Kate ve Kutluk, Finlay-Wilkinson testinde 1'den yüksek (1,12 ve 1,27) b değerleriyle iyi koşulların çeşidi olarak çıkmalarına karşın, gerek ortalama verimlerinin yüksekliği, gerekse regresyon doğrusundan sapmalarının düşüklüğü nedeniyle bu değerleri vermişlerdir. Dağdaş ise, kurağa dayanıklılığı çok iyi bulunmakla birlikte, iyi koşullardaki verimi diğer 5 çeşit kadar fazla olmadığından bu ikinci grupta yer almıştır.

Yukarıda verilen değerlerin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{Verim Güvenilirlik İndeksi (\% 25 risk için)} = \text{Ortalama verim (nispi)} - 0,675 \times \text{standart sapma.}$$

(Annicchiarico, 2002).

Bunun için önce her genotipin her denemedeki verimleri nispi verime çevrilerek dağılım analizinin bu değerler üzerinden yapılması gerekecektir. Denklemdaki 0,675 değeri % 75 ihtimalle üzerine çıkılacak nispi verimi hesaplamak için kullanılmıştır. Göze alınacak risk oranı düşürüldükçe elde olunacak minimum verim düzeyi de azalacaktır. Örneğin, riskin %10'a düşürülmesi istenseydi, standart sapma 1,28'le çarpılmak zorunda kalınacaktı.

ÇOK FAKTÖR TARAFINDAN KONTROL EDİLEN PARAMETRE ÇALIŞMALARINDA STEPWISE REGRESYON KULLANIMININ ÖNEMİ

Genellikle temel araştırma kapsamında ve çoğu zaman sadece 2 unsur arasındaki ilişkinin incelenmesinde ortaya çıkabilen sorunlar ve bunun çoklu ilişki kontrolüyle nasıl çözülebileceği bu bölümde gerçek verilerden yapılan bir analiz serisiyle örneklenerek açıklanacaktır. Bazı durumlarda, bu tür temel araştırmalar sonucunda bulunan bir ilişkinin kurağa dayanıklılık konusundaki çalışmalarda seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği iddia edilmekte, bazı durumlarda ise, gerçekte var olan bir ilişki diğer unsurların işe karışması nedeniyle yokmuş gibi görünebilmektedir.

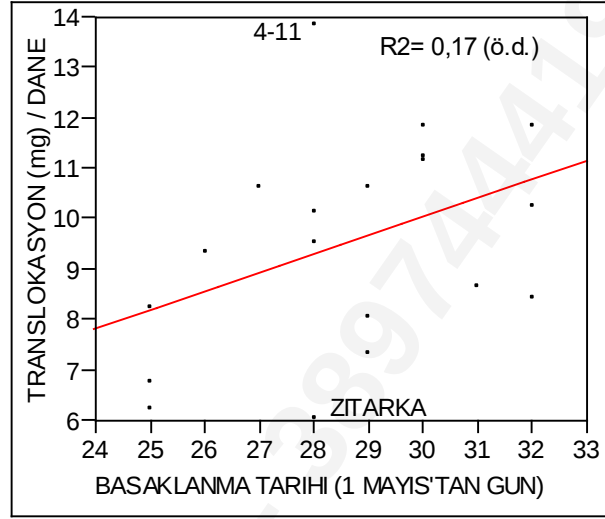
Bu konunun ayrıntısına girmeden, korelasyon katsayısı ile ilgili bir temel bilgiyi hatırlamakta yarar vardır. İki fenotipik karaktere ait veriler arasında istatistiksel önemli düzeyde korelasyon bulunması sadece ilişkinin o koşullarda geçerli olduğunu belirlemekte, ancak bu ilişkinin boyutları hakkında bilgi edinmek için, korelasyon katsayısının karesi olan determinasyon katsayısına (R^2) başvurulmaktadır. Açıklamak gerekirse, iki unsur arasında, örneğin, 0,50 düzeyinde korelasyon bulunsun ve serbestlik derecesine bağlı olarak bu değer 0,01 düzeyinde anlamlı bulunsun bile, bu bir unsurdaki varyasyonun ancak % 25'inin diğer unsurdaki varyasyon tarafından açıklanabildiğini göstermektedir. Yani, varyasyonun % 75'i başka faktörlerin etkisi altında demektir.

Bu yayının ilgili bölümünde ayrıntıları verilen Eskişehir'deki denemede, rezerv translokasyonu onu etkileyen unsurlar arasındaki ilişki bunun tipik bir örneğini oluşturmuştur. Çoğunlukla literatüre dayalı ön bilgi dolayısıyla, translokasyonla alakalı olabileceği düşünülen faktörler olarak başaklanma tarihi, bitki boyu ve sap yatay kesit alanları ele alınmıştır. Öncelikle bu 3 bağımsız değişkenle 1 daneye giden translokasyon miktarları (mg) arasında tekli korelasyon katsayılarına bakılmış ve sonuçları Çizelge 29'da verilmiştir.

Çizelge 29: Daneye giden translokasyonla, bitki boyu, yatay kesit alanı ve başaklanma tarihi arasındaki korelasyon katsayıları.

Değişken	Değişken	Korelasyon Katsayısı
Translokasyon (mg) /Dane	Boy	0,18 ö.d.
Translokasyon (mg) /Dane	Yatay Kesit	0,37 ö.d.
	Başaklanma Tarihi	0,41 ö.d.

Çizelgede görüldüğü gibi, 3 bağımsız değişkenden hiçbirisi translokasyonla istatistiksel önemli düzeyde korelasyon vermemiş, hatta, uluslararası literatürde en çok tartışılan bitki boyu en küçük düzeyde ilişki verme eğilimi göstermiştir. Ancak, bu yanıltıcı bir görüntüdür. Çünkü denemede kullanılan uzun boylu çeşitlerin çoğu aynı zamanda çok kardeşlendikleri için ince saplı eski çeşitlerdir ve bu duruma bitki boyu ile sap kalınlığı arasındaki ters ilişki neden olmuştur. İlişkinin önemsiz çıkmasına neden olan sapmaları yapan genotipleri görebilmek amacıyla, önce en yüksek tekli korelasyonu veren başaklanma tarihiyle translokasyon miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 19’de, regresyona ait varyans analiz tablosu ise çizelge 30’da verilmiştir.



Şekil 19: Başaklanma tarihi translokasyon ilişkisi.

Çizelge 30. Başaklanma tarihi ile translokasyon arasındaki regresyon analizine ait varyans analiz tablosu.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	KT	KO	F
Regresyon	1	13,2	13,2	3,39
Hata	17	66,3	3,90	Prob > F
Toplam	18	79,5		0,08

Görüldüğü gibi, tekli ilişki önemsiz çıkmakta, Çizelge 35’te görüldüğü gibi ancak 0,08 düzeyinde önemli olabileceği belirlenmiş olmaktadır. Ancak Şekil 19 incelendiğinde, regresyon doğrusundan en büyük sapmaları yapan 2 çeşitin 4-11 ve Zitarka olduğu görülmektedir. Bu çeşitlerden 4-11’in denemedeki 19 çeşit arasında en uzun boylu, Zitarka’nın ise en kısa boylu çeşit olması dikkatleri bitki boyu üzerine yöneltmiştir. Ancak tekli korelasyonlarda, yatay kesit alanı translokasyonla daha yüksek korelasyon katsayısı verdiği, grafikte ise bitki boyu dikkati çektiği için bu kez başaklanma tarihiyle yatay kesit alanını ve bitki boyunu birlikte değerlendiren stepwise yöntemiyle çoklu regresyon analizine başvurulmuştur. Elde olunan regresyon denklemi aşağıda verilmiştir:

$$\text{Translokasyon (mg) / Dane} = -17,3 + (0,49 \times \text{BT})^* + (0,91 \times \text{YKA})^* + (0,09 \text{ BB})^* \quad (R^2 = 0,52^{**})$$

Denklemden BT = Başaklanma tarihi (1 Mayıs’tan gün), YKA = Sap dolu kısmının yatay kesit alanı (mm²) ve BB = Bitki boyu (cm) anlamına gelmektedir. Görüldüğü gibi, tekli korelasyon çalışmasında önemsiz çıkan 3 parametre de, denklemden yıldızlardan anlaşılacağı üzere çoklu regresyonda önemli çıkmıştır. Bu farkın anlamı şudur: Stepwise çoklu regresyon analizi tekli korelasyonlara değil, kısmi (partial) korelasyonlara bakmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, analiz yöntemi önce en yüksek tekli korelasyonu veren bağımsız değişkeni denkleme almakta, sonra bu değişkeninin bağımlı değişkenle oluşturduğu regresyon doğrusundan olan sapmaları teker teker diğer bağımsız değişkenlerle regresyona tabi tutarak sapmaların bunlarla olan ilişkilerini sapma olmaktan çıkarıp çok değişkenli denklemin unsuru haline getirmektedir. Yani translokasyon miktarlarına bu üç unsurun toplam etkisine her birinin kısmi katkıları hesaplamakta ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin oluşturduğu *confounding* etkiyi

gidermektedir. Bunu daha iyi açıklayabilmek için, Çizelge 34’te tekli korelasyon katsayıları verilen değişkenlerin kısmi korelasyon katsayıları Çizelge 31’de verilmiştir.

Çizelge 31: Daneye giden translokasyonla, bitki boyu, yatay kesit alanı ve başaklanma tarihi arasındaki kısmi korelasyon katsayıları.

Değişken	Değişken	Kısmi Korelasyon Katsayısı
Translokasyon (mg) /Dane	Boy	0,57*
Translokasyon (mg) / Dane	Yatay Kesit	0,60*
Translokasyon (mg) / Dane	Başaklanma Tarihi	0,60*

Bu şekilde elde olunan çoklu regresyon denkleminin ilişkin varyans analiz değerleri Çizelge 32’de verilmiştir.

Çizelge 32: Başaklanma tarihi, sap yatay kesit alanı ve bitki boyu ile translokasyon arasındaki çoklu regresyon analizine ait varyans analiz tablosu.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	KT	KO	F
Regresyon	3	41,6	13,9	5,49**
Hata	15	37,9	2,52	Prob > F
Toplam	18	79,5		0,00

Parametrelerin kendilerine ait önemlilik durumları da Çizelge 33’de verilmiştir.

Çizelge 33: Başaklanma tarihi, sap yatay kesit alanı ve bitki boyu ile translokasyon arasındaki çoklu regresyon analizine ait parametre etkinlik tablosu.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	KT	KO	Prob > F
BT	1	21,2	21,2	0,011*
YKA	1	20,8	20,8	0,011*
BB	1	18,6	18,6	0,016*

Çizelge 33’de görüldüğü gibi, her 3 parametre de tek yıldız almakla birlikte, 0,01 düzeyine yakın etkinlik göstermişlerdir. Bunun sonucunda da, 3’ünün toplam etkisi 0,01 düzeyinde önemli olmuştur.

Konu bu şekilde matematik ilişkiler açısından incelendikten sonra, bu durumu Orta Anadolu’da bilinen bazı çeşitler açısından örneklemek daha açıklayıcı olabilir. Sulu koşullar için geliştirilen ES 14, hem geççi, hem de sap dolgunluğu fazla bir çeşit olduğu gibi, boyunun da çok kısa olmaması nedeniyle yüksek düzeyde translokasyon yapmıştır. Aynı pedigriden gelen kardeşi Kırkpınar da benzer geççiliğe ve sap kalınlığına sahip olmakla birlikte, boyu çok kısa olduğu için çok daha düşük translokasyon değerleri vermiştir. Buna karşılık Yayla 305, Ak 702 gibi çeşitler de geççi ve uzun boylu çeşitler oldukları halde, sapları çok ince olduğundan translokasyon miktarları daha düşük olmuştur. Ancak onlara oranla sapları biraz daha az ince olmakla birlikte, boyları onlar kadar uzun olmadığı ve özellikle de denemedeki en erken başak çıkaran çeşitler olmaları nedeniyle Bolal ve Gerek, denemedeki en kısa boylu çeşit olduğunu belirttiğim Zitarka ile birlikte, 19 çeşit arasında en düşük translokasyon değerlerini veren 3 çeşitten 2’si olmuşlardır.

Burada açıklanması gereken bir konu ise, bu 3 unsurun translokasyon miktarının % 52’sini açıklayabildiği, kalan % 48’inse başka faktörlerin etkisi altında olduğudur. Son yıllarda uluslararası alanda ve bu arada Türkiye’de de incelenmeye başlanan, sap rezervleri içindeki suda çözünebilir karbonhidrat konsantrasyonları ve belki başka genetik/fizyolojik mekanizmalar bunda etkili olabilir. Translokasyon konusu ilgili bölümde işlendiği için, bu bölüm sadece çoklu ilişkilerde stepwise regresyonun önemini göstermek için yazılmıştır. Yoksa translokasyonun hangi koşullarda önem kazanabileceği ilgili bölümde tartışılmıştı.

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu yayın boyunca verilen yerli ve yabancı referanslardan görüldüğü üzere, kuraklık üzerine etkili çok sayıda genotipik özellik olup, bunların hiç biri her türlü kuraklıkta etkili olamamakta, bu durumda da her ekolojik bölgenin kendisi için önemli parametreleri bizzat bölgesi içinde yapacağı testlerle belirlemesi gerekmektedir. Buna ek olarak, yıllar arasında görülen iklim farklılıkları da, yine her özelliğin aynı bölgede bile her yıl etkili olmasını engelleyebilmektedir. Bu konuda dünyada, ve bu arada Türkiye’de de, yapılmakta olan çalışmaların, her türlü kuraklığa karşı etkili tek bir parametre geliştirememiş olmasında temel neden budur. Tıpkı kurağa dayanıklılığın kendisi gibi, onu belirleyen özelliklerin etkinlik derecesinin de çevre x genotip interaksyonundan bağımsız olmadığı anlaşılmaktadır. Bu ifadeyi biraz açmamız gerekirse, herhangi bir genotipik özellik yapılan testler sonucunda kalıtım derecesi yüksek bulursa, yani her türlü çevrede kendini ifade etse bile, bir kuraklık tipinde işe yarayan bu özellik, bir başka kuraklık tipinde etkili olmayabilmektedir. Bunun en açık örneği, dane doldurma sırasında oluşan sıcaklıkla karışık kuraklık streslerine karşı etkili bulunan bazı fizyolojik özelliklerin, gelişmenin daha erken (ve nispeten daha serin) dönemlerinde oluşan su sıkıntıları konusunda etkili olmayabilmesidir. Ayrıca, kuraklığa dayanıklılığı etkileyen bazı özelliklerin kendi aralarındaki interaktif ilişkiler de değerlendirmeleri zorlaştırmaktadır. Bu nedenlerle, öncelikleri belirlemek ve her ekolojik bölgede en sık görülen kuraklık tiplerine en iyi karşı koyabilecek özellikleri makro düzeyde belirledikten sonra diğerleriyle ilgilenmek gerekmektedir.

Yukarıdaki ifadeler kötümser bir tablo çizmekle birlikte, ilişki her ne kadar tek parametre üzerinden yapılacak çalışmalarla çözülebilecek kadar basit olmasa da, olaya bilimsel açıdan, örneğin moleküler biyoloji açısından yaklaşanların düşündüğü kadar da karışık olmadığı ifade edilmekte (Blum, 2011) ve buna örnek olarak, her deneyimli buğday ıslahçısının kendi bölgesinde rahatlıkla yaptığı bitki boyu seleksiyonunu inceleyen moleküler genetik araştırmacılarının bunu çok kompleks bir yapı olarak tanımlayabilmeleri gösterilmektedir. Aynı yayında, kontrollü koşullarda yapılan fizyolojik testlerde belirlenen bazı genotipik farklılıkların tarla performansına yansımaya bileceği de belirtilmektedir. Bu nedenle, bu tür çalışmalarda öncelikle tarla performansı ve nihai hedef olan verimle bağlantı doğrulanmadıkça, elde edilen bilgilerin pratikte bir yararı olmayacağı açıktır.

Bu bilgilerin ışığında, buğday ıslah programcılarının genotiplerini karakterize etmeden önce, hitap ettikleri bölgeyi karakterize etmeleri ön koşul olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi, çok geniş bir bölgede bunu özellikler açısından tek tek yapmak mümkün olmayınca, stabilite türü analizlerle popülasyon verimliliği üzerinden değerlendirme yapılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum da bizi 1980’lerin en çok tartışılan konularından genel adaptasyon-özel adaptasyon ayırımına getirmektedir. Bu husus dünyada çok tartışılan bir konu olmakla birlikte, bu tartışmaların getirdiği sonuç kısaca şöyle özetlenebilir: Özel (*spesifik*) adaptasyon ancak az çok öngörülebilir varyasyon kaynakları için geçerlidir. Bunun en tipik örneği sulu ve kuru koşullar için ayrı ayrı yapılan ıslah çalışmaları veya seleksiyon işlemleridir. Bu tür kontrol edilebilir varyasyon kaynakları dışında kalan ve çoğunlukla iklim faktörleriyle ilgili olarak düşünülen varyasyon kaynaklarını değerlendirirken ise çevre x genotip interaksyonu kavramındaki çevre varyasyonunu yıllar ve yerler arasındaki varyasyon olarak unsurlarına ayırmak suretiyle incelemek gerekmektedir. Çünkü bunlardan sadece yerler arasındaki varyasyonun, o da belli kurallara dahilinde, öngörülebileceği, herhangi bir yerdeki yıllar arası varyasyonsa öngörülebilir olmadığı için bu konuda stabilite değerlendirmesi dışında yapılabilecek fazla şey olmadığı ifade edilmektedir (Annicchiarico, 2002). Yerler arası varyasyonun özel adaptasyon amacıyla alt bölgeler oluşturmak için kullanılabilmesiyle, yerler arasındaki varyasyonun, aynı yerdeki yıllar arası varyasyondan önemli ölçüde büyük olması halinde mümkün olabilir ve yarar sağlayabilir. Türkiye için bir örnek vermek gerekirse, Orta Anadolu bölgesiyle, çok daha yüksek yağışlı Trakya bölgesi, ikisi de kışlık buğday bölgesi olmalarına rağmen, özel adaptasyon bölgeleri olarak ayrılmışlardır. Orta Anadolu Bölgesinin kendi içinde salt iklim verilerine dayanan bu tür bir ayrım çok güvenilir görünmemektedir. Bu tür bir ayırım, yapılabilirse, az çok öngörülebilir olduğu için, ancak taban ve kır tarla ayrımı ya da deniz seviyesinden yükseklik farklılıkları gibi hususlar açısından güvenli şekilde yapılabilir. Halihazırda, Orta Anadolu’daki araştırma enstitüleri standartları aşacak düzeyde yüksek verimli ve değişik özelliklerde genotipler geliştirmekte, daha sonra kısmen araştırmacıların tavsiye bölgesi önermeleri, kısmen de üreticilerin inisiyatifine bağlı olmakla birlikte, en çok ta çeşitler kendi uyumluluk düzeylerine göre kendi ekiliş alanlarını oluşturmaktadırlar. Bu durumda, bu çeşitlerin yıllar arasındaki iklim dalgalanmalarına karşı dinamik anlamda stabilitelerini geliştirmeye çalışmak öncelik almaktadır.

Bu noktada *verim potansiyeli* ve *potansiyel verim* kavramları arasındaki farkı göstermek için önerilen (Evans and Fischer, 1999) tanımları hatırlatmakta yarar var. Buna göre, verim potansiyeli herhangi bir genotipin tüm istekleri

karşılandığında verebileceği genetik anlamdaki en yüksek verim düzeyini tanımlarken, potansiyel verim ise belli bir çevrenin çizdiği sınırlarda alınabilecek en yüksek verimi tanımlamaktadır. Bu durumda, temel araştırma yapan genetikçilerden farklı olarak, ıslahçıyı asıl ilgilendiren de bu ikinci kavram olmaktadır. Son yıllarda geliştirilen çok sayıda buğday çeşidinin, bölgede halen yaygın ekilişi yapılan çeşitlerden potansiyel anlamda daha yüksek verimli olmalarına karşın, onlardan daha geniş ekiliş alanlarına ulaşmakta zorluk çekmelerinde en önemli engel verim stabilitesi konusu olarak görülmektedir. Benzer stabiliteye sahip çeşitler de halen ekilenlerle benzer verim düzeylerinde olunca beklenen sıçramanın gerçekleşmesi zorlaşmaktadır. Aynı stabiliteyi daha yüksek verimli çeşitlerle kombine edebilmekse ayrıntı çalışmalarını gerektirmektedir. O nedenle fizyolojik çalışmalar giderek önem kazanmaktadır. Ancak daha önce de ifade edildiği gibi, aslolan verim olduğuna göre bu tür çalışmalar asla ıslah programlarının bölge verim denemelerinin ve çeşit tescil denemelerinin yerini tutamaz. Sadece, ıslahçıya yeni yaklaşım yolları açmakta yardımcı olabilir. Sonuçta son sözü yine de bölgede yapılacak bu çok lokasyonlu ve birden fazla yıl süren çalışmalar söyleyecektir.

KAYNAKÇA

- Acevedo, E., Nachit, M. and Ortiz-Ferrara, G. 1991. Effects of heat stress on wheat and possible selection tools for use in breeding for tolerance. In D.A Saunders, ed. *Wheat for the nontraditional warm areas*, p. 401-421. Mexico, DF, CIMMYT.
- Acevedo, E. and Fereres, E. 1993. Resistance to abiotic stress. In M.D. Hayward, N.O. Bosemark & I. Romagoza, eds. *Plant breeding principles and prospects*, p. 406-421. London, Chapman & Hall.
- Acevedo, E., Silva, P., Silva, H. and Solar, B. 1999. Wheat production in Mediterranean environments. In E.H. Satorre & G.A. Slafer, eds. *Wheat. Ecology and physiology of yield determination*, p. 295-331. Binghamton, NY, USA, Haworth Press.
- Acevedo, E., Silva, H. and Silva, P. 2002. Wheat growth and physiology. In B.C. Curtis, S.Rajaram, H. Gómez Macpherson, eds. *Bread Wheat Improvement and Production*. FAO Plant Production and Protection Series. No. 30.
- Aktan, S. 1981. Güneydoğu Anadolu'da nadas alanlarının daha etkin kullanılma olanakları. *Kuru Tarım Bölgelerinde Nadas Alanlarından Yararlanma Sempozyumu*, 28-30 Eylül 1981. Ankara: Tübitak Yayınları 593, TOAG seri 119:59-70.
- Ali, M., Jensen, C.R., Mogensen, V.O., Andersen, M.N., and Henson, I.E. 1999. Root signalling and osmotic adjustment during intermittent soil drying sustain grain yield of field grown wheat. *Field Crops Research* **62**, 35-52.
- Al-Khatib, K. and Paulsen, G.M. 1984. Mode of high temperature injury to wheat during grain development. *Plant Physiol.*, 61: 363-368.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper, 56.
- Alvim P. de T. 1965. A new type of porometer for measuring stomatal opening and its use in irrigation studies. In: Eckardt F.E., ed. *Methodology of plant eco-physiology* (Arid Zone Research 25). Paris: UNESCO, 1965:325-329.
- Almansouri, M., Kinet, J. M., and Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231(2), 243-254.
- Amani, I., Fischer, R. A., and Reynolds, M. P. 1996. Canopy temperature depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in a hot climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 176(2), 119-129.
- Anderson, W.K. 1992. Increasing grain yield and water use of wheat in a rainfed Mediterranean type environment. *Austr. J. Agric. Res.*, 43: 1-17
- Angus, J. F., and Van Herwaarden, A. F. 2001. Increasing water use and water use efficiency in dryland wheat. *Agronomy Journal*, 93(2), 290-298.
- Annicchiarico, P. 2002. Genotype x Environment Interactions-Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations. FAO Plant Production and Protection Paper, 174.
- Anonim. 1977. Orta Anadolu Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü 1970-1977 Araştırmaları. Ankara: Enstitü Yayınları, Yayın 77-1, 362 pp.
- Aparicio, N., Villegas, D., Casadesus, J., Araus, J. L., and Royo, C. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal*, 92(1), 83-91.

- Araus, J.L. 1996. Integrative physiological criteria associated with yield potential. In M.P. Reynolds, S. Rajaram & A. McNab, eds. *Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers. Workshop Proc.*, Cd. Obregon, Mexico, 28-30 Mar. 1996, p. 150-166. Mexico, DF, CIMMYT.
- Araus, J. L., Slafer, G. A., Reynolds, M. P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? *Annals of Botany*, 89 (7), 925-940.
- Armstrong, L. J., Abrecht, D. G., Anderson, W. K., and Belford, R. K. 1996. The effect of non-lethal water deficits during establishment on the growth of wheat crops. In *Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference. Toowoomba, Qld* (pp. 80-83).
- Asseng, S., Turner, N. C., Botwright, T. and Condon, A. G. 2003. Evaluating the impact of a trait for increased specific leaf area on wheat yields using a crop simulation model. *Agronomy Journal*, 95(1), 10-19.
- Asseng, S., and Van Herwaarden, A. F. 2003. Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. *Plant and Soil*, 256(1), 217-229.
- Austin, R. B., Ford, M. A., Edrich, J. A. and Hooper, B. E. 1976. Some effects of leaf posture on photosynthesis and yield in wheat. *Annals of Applied Biology*, 83(3), 425-446.
- Austin, R. B., Bingham, J., Blackwell, R. D., Evans, L. T., Ford, M. A., Morgan, C. L., and Taylor, M. 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *The Journal of Agricultural Science*, 94(03), 675-689.
- Avcı, M. 1999. Optimizing soil water use in wheat production systems in dryland areas of Turkey. *Efficient soil water use: the key to sustainable crop production in the dry areas of West Asia, and North and Sub-Saharan Africa*, 221.
- Avçin, A. ve Avcı M. 1993. Her yıl ekim sisteminde farklı ön bitkilerin Çakmak79 makarnalık buğdayının verim protein ve tane ağırlıklarına etkileri. 416-430 pp. in: Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu 30 Kasım - 3 Aralık 1993. Ankara, Türkiye: TOKB, TAGEM, TARM Yayınları.
- Avçin, A., Avcı, M., ve Dönmez, Ö., 1997. Orta Anadolu şartlarında ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verimlerinde genetik gelişmeler. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, (6):1, 1-13.
- Aydeniz, A. 1988. Aydeniz Metodu ile Türkiye'nin Kuraklık Değerlendirilmesi. *DM Zirai Meteoroloji ve İklim Rasatları Dairesi Başkanlığı, Ankara*.
- Aydın, M., Kalaycı, M., Kaya, F., Özbek, V., Siirt, S. 1992. Bazı buğday çeşitlerinde sıcaklık ve su tüketiminin bitki gelişmesine etkisi. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 1991-1992 Gelişme Raporu.
- Aydın, M., Kalaycı, M., Kaya, F., Özbek, V., Siirt, S. 1993. Bazı buğday çeşitlerinde sıcaklık ve su tüketiminin bitki gelişmesine etkisi. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 1992-1993 Gelişme Raporu.
- Aydın, M., Kalaycı, M., Özbek, V., Çekiç, C. 1995. Ekmeklik buğdayda genetik ilerleme denemesi. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 1994-1995 Gelişme Raporu.
- Babu, R. C., Pathan, M. S., Blum, A., and Nguyen, H. T. 1999. Comparison of measurement methods of osmotic adjustment in rice cultivars. *Crop Science*, 39(1), 150-158.
- Bagcı, S. A., Ekiz, H., Yilmaz, A., and Cakmak, I. 2007a. Effects of zinc deficiency and drought on grain yield of field-grown wheat cultivars in Central Anatolia. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(3), 198-206.
- Baker, C.K. and Gallagher, J.N. 1983. The development of winter wheat in the field. The control of primordium initiation rate by temperature and photoperiod. *J. Agric. Sci.*, 101: 337-344.
- Baker, R.J. 1988. Tests for crossover genotype-environmental interactions. *Can. J. Plant Sci.*, 68: 405-410.
- Barah, B.C., Binswanger, H.P., Rana, B.S. and Rao, G.P. 1981. The use of risk aversion in plant breeding; concept and application. *Euphytica*, 30: 451-458.
- Barr, H.D. and Weatherley, P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* 15:413-428.
- Başer, İ., Korkut, K. Z., ve Bilgin, O. 2001. İleri ekmeklik buğday hatlarının (*T. aestivum* L.) tane verimi ve bazı agronomik karakterler yönünden değerlendirilmesi. *Türkiye*, 4, 17-21.
- Başer, İ., Korkut, K. Z., ve Bilgin, O. 2005. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kurağa dayanıklılıkla ilgili özellikler arasındaki ilişkiler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2005 2(3).
- Becker, H. C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30(3), 835-840.
- Becker, H.C. and Léon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, 101: 1-23.
- Berkmen, N. 1961. Ankara Zirai Araştırma Enstitüsü Çalışmaları, 1931-1960. Ankara Zirai Araştırma Enstitüsü Çalışmaları Sayı: 4, 68 pp.
- Berry, P. M., Spink, J. H., Foulkes, M. J., and Wade, A. 2003. Quantifying the contributions and losses of dry matter from non-surviving shoots in four cultivars of winter wheat. *Field Crops Research*, 80(2), 111-121.

- Bidinger, F., Musgrave, R. B., and Fischer, R. A. 1977. Contribution of stored pre-anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley.
- Bidinger, F. R., Mahalakshmi, V., Talukdar, B. S., and Alagarswamy, G. 1982. Improvement of drought resistance in pearl millet. *Drought resistance in crops with emphasis on rice*, 357-375.
- Blum, A., Mayer, J., and Gozlan, G. 1982. Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat. *Field Crops Research* 5, 137-146.
- Blum, A., Poiarkova, H., Golan, G. and Mayer, J. 1983. Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of post-anthesis stress. I. Effect on translocation and kernel growth. *Field Crops Res.*, 6: 51. Blum, A. 1988. *Plant breeding for stress environments*. Boca Raton, FL, USA, CRC Press. 223 pp.
- Blum, A., and Pnuel, Y. 1990. Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research*.
- Blum, A., Sinmena, B., Mayer, J., Golan, G., and Shpiler, L. 1994. Stem reserve mobilization supports wheat-grain filling under heat stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 21:771-781.
- Blum, A. 1998. Improving wheat grainfilling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*, 100: 77-83.
- Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Crop and Pasture Science*, 56(11), 1159-1168.
- Blum, A. 2009. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*, 112(2), 119-123.
- Blum, A. 2011. Drought resistance—is it really a complex trait? *Functional Plant Biology*, 38(10), 753-757.
- Borrell, A.K., Incoll, L. D., Dalling, M. J. 1993 The influence of the Rht 1 and Rht 2 alleles on the deposition and use of stem reserves in wheat. *Annals of Botany*, 71.4: 317-326.
- Borrell, A.K., Hammer, G.L. and Henzel, R.G. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Sci.* 40:1037-1048.
- Boyer, J. S., James, R. A., Munns, R., Condon, T. A., and Passioura, J. B. 2008. Osmotic adjustment leads to anomalously low estimates of relative water content in wheat and barley. *Functional Plant Biology*, 35(11), 1172-1182.
- Brouwer, C.; Heibloem, M. (1986) Irrigation water management: irrigation water needs. Training manual: 3.
- Bruckner, P. L. and Frohberg, R. C. 1987. Rate and duration of grain fill in spring wheat. *Crop Science*, 27(3), 451-455.
- Burleigh, J. R., Allan, R. E., and Vogel, O. A. 1965. Varietal differences in seedling emergence of winter wheats as influenced by temperature and depth of plants. *Agronomy Journal* 57.2: 195-198.
- Burrow, G.B., Franks, C.D., and Xin, Z. 2008. Genetic and physiological analysis of an irradiated bloomless mutant (epicuticular wax mutant) of sorghum. *Crop Sci.* 48:41-48.
- Calderini, D. F., Dreccer, M. F., and Slafer, G. A. 1995. Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends. *Plant Breeding*, 114(2), 108-112.
- Camara, K. M., Payne, W. A., and Rasmussen, P. E. 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. *Agronomy journal*, 95(4), 828-835.
- Camp, P. J., Huber, S. C., Burke, J. J., and Moreland, D. E. 1982. Biochemical changes that occur during senescence of wheat leaves I. Basis for the reduction of photosynthesis. *Plant Physiology*, 70(6), 1641-1646.
- Cao, W. and Moss, D.N. 1989. Temperature effect on leaf emergence and phyllochron in wheat and barley. *Crop Sci.*, 29: 1018-1021.
- Carpita, N., Sabularse, D., Montezinos, D. and Delmer, D.P. 1979. Determination of the pore size of cell walls of living plant cells. *Science*, 205, 1144-1147.
- Ceccarelli, S. and Grando, S. 1991. Environment of selection and type of germplasm in barley breeding for low-yielding conditions. *Euphytica*, 57: 207-219.
- Chen, J. M. and Black, T. A. 1992. Defining leaf area index for non-flat leaves. *Plant, Cell & Environment*, 15(4), 421-429.
- Clarke, J. M. and McCaig, T. N. 1982. Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 62(3), 571-578.
- Clarke, J. M. 1986. Effect of leaf rolling on leaf water loss in Triticum spp. *Canadian journal of plant science*, 66(4), 885-891.
- Clarke, J. M. and Townley-Smith, T. F. 1986. Heritability and relationship to yield of excised-leaf water retention in durum wheat. *Crop science*, 26(2), 289-292.
- Clarke, J. M. and Richards, R. A. 1988. The effects of glaucousness, epicuticular wax, leaf age, plant height, and growth environment on water loss rates of excised wheat leaves. *Canadian Journal of Plant Science*, 68(4), 975-982.

- Cochran, V. L., Papendick, R. I., and Fanning, C. D. 1970. Early fall crop establishment to reduce winter runoff and erosion on Palouse slopes. *Journal of Soil and Water Conservation* 25: 231-234.
- Condon, A.G., Richards, R.A. and Farquhar, G.D. 1987. Carbon isotope discrimination is positively correlated with grain yield and dry matter production in field-grown wheat. *Crop Science* 27, 996-1001.
- Condon, A.G., Richards, R.A., Farquhar, G.D. and Rebetzke, G.J. 2002. Improving intrinsic water-use efficiency and crop yield. *Crop Science* 42, 122-131.
- Cornish, P. S., and Hindmarsh, S. 1988. Seed size influences the coleoptile length of wheat. *Animal Production Science*, 28(4), 521-523.
- Cossani, J.M., Pietragalla, J., and Reynolds, M. 2011. Canopy temperature and plant water relations traits. In M. Reynolds, A. Pask, and D. Mullan (Eds.). *Physiological Breeding I: Interdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation*. CIMMYT, MEXICO.
- Cutforth, H.W., Jame, Y.W. and Jefferson, P.G. 1992. Effect of temperature, vernalisation and water stress on phyllochron and final main-stem number of HY320 and Neepawa spring wheats. *Can. J. Plant Sci.*, 72: 1141-1151.
- Çağlar, O., Öztürk, A., Aydın, M., and Bayram, S. 2011. Paraquat tolerance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(25), 3363-3367.
- Çakmak, M. 2010. Ekmeklik buğday genotiplerinde başaklanma sonrası bazı fenolojik, fizyolojik ve bitkisel özellikler ile verim, kalite unsurları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi.
- Çekiç, C. 2007a. Kurağa dayanıklı buğday ıslahında seleksiyon kriteri olabilecek fizyolojik parametrelerin araştırılması. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çekiç, C., Savaşlı, E., Dayıoğlu, R., Önder, O., Avcıoğlu, R., ve Karaduman, Y. 2007b. Ekmeklik buğdayda azot dozu, ekim zamanı ve sıklığı ile kalite kriterleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. TAGEM Proje Sonuç Raporu.
- Çekiç, C., Savaşlı, E., Önder, O., Dayıoğlu, R., Gökmen, F., Dursun, N., Gezin, S., Kalaycı, H.M.. 2011. Eskişehir Koşullarında Mevsim İçi Azotlu Gübre Yönetim Sistemlerinin Ekmeklik Buğdayın Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu - KAMAG (1007), 106G111.
- Darwinkel, A., and Kuizenga, J. 1977. Effect of sowing date and seed rate on crop development and grain production of winter wheat. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 25.
- Davies, W.J., Kudoyarova, G., and Hartung, W. 2005. Long-distance ABA signaling and its relation to other signaling pathways in the detection of soil drying and the mediation of the plant's response to drought. *Journal of Plant Growth Regulation* 24, 285–295.
- Delauney, A. J., and Verma, D. P. S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *The plant journal*, 4(2), 215-223.
- Dhillon, S.S. and Ortiz-Monasterio, J.I. 1993. *Effect of date of sowing on the yield and yield components of spring wheat and their relationship with solar radiation and temperature at Ludhiana, Punjab, India*. Wheat Special Report No. 23^a. Mexico, DF, CIMMYT.
- Dias, A. S., and Lidon, F. C. 2009. Evaluation of grain filling rate and duration in bread and durum wheat, under heat stress after anthesis. *J. Agron. Crop Sci.* 195: 137–147.
- Dornhoff, G. M. and Shibles, R. 1976. Leaf morphology and anatomy in relation to CO₂-exchange rate of soybean leaves. *Crop Science*, 16(3), 377-381.
- Donald, C. M. and Puckridge, D. W. 1975. Ecology of the wheat crop. *Aust Field Crops*.
- Dönmez, E., Sears, R. G., Shroyer, J. P., and Paulsen, G. M. 2001. Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. *Crop Science*, 41(5), 1412-1419.
- Durutan, N., Güler, M., Karaca, M., Meyveci, K., Avçin, A. and Eyüpoğlu, H. 1989. Effect of various components of management package on weed control in dryland agriculture, pp. 220-234 in: H.C. Harris, P.J.M. Cooper and M. Pala (Eds.), *Soil and Crop Management for Improved Water Use Efficiency in Rainfed Areas.*, Proc. Intern. Workshop, Ankara, Turkey, 15-19 May 1989. Aleppo, Syria: ICARDA.
- Eastham J and Gregory PJ. 2000. The influence of crop management on the water balance of lupin and wheat crops on a layered soil in a Mediterranean climate. *Plant and Soil* 221, 239–251.
- Eberhart, S. and Russell, W. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6: 36-40.
- Eskridge, K. M. 1990. Selection of stable cultivars using a safety-first rule. *Crop Science*, 30(2), 369-374.
- Evans, L. T., Wardlaw, I. F., and Fischer, R. A. 1975. Wheat. *Crop Physiology* (1975): 101-149.
- Evans, L. T. and Fischer, R. A. 1999. Yield potential: its definition, measurement, and significance. *Crop Science*, 39(6), 1544-1551.

- Farquhar, G.D., O'Leary, M.H. and Berry, J.A. 1982. On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves. *Australian Journal of Plant Physiology* 9, 121-137.
- Federer, W.T. and Scully, B.T. 1993. A parsimonious statistical design and breeding procedure for evaluating and selecting desirable characteristics over environments. *Theor. Appl. Genet.*, 86: 612-620.
- Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Austr. J. Agric. Res.*, 14: 742-754.
- Fischer, R.A. and Kohn, G.D. 1966. The relationship between evapotranspiration and growth in the wheat crop. *Austr. J. Agric. Res.*, 17: 255-267.
- Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29:897-912.
- Fischer, R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*, 105: 447-61.
- Fischer R.A., Rees D., Sayre K.D., Lu Z., Condon A.G., and Saavendra A.L. 1998. Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance, higher photosynthetic rate and cooler canopies. *Crop Sci.* 38:1467-1475.
- Fokar, M., Blum, A., and Nguyen, H. T. 1998. Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. *Euphytica* 104: 9-15.
- Ford, M. A. and R.B., Austin. 1979. Associations between stem solidity, soluble carbohydrate accumulation and other characters in wheat. *Ann. Bot.* 44, 731-738.
- Foulkes, M. J., Scott, R. K., and Sylvester-Bradley, R. 2002. The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: formation of grain yield. *The Journal of Agricultural Science*, 138(02), 153-169.
- Frank, A. B. and Bauer, A. 1995. Phyllochron differences in wheat, barley, and forage grasses. *Crop Science*, 35(1), 19-23.
- Francis, T. R. and Kannenberg, L. W. 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58(4), 1029-1034.
- French, R. J. 1978. The effect of fallowing on the yield of wheat. I. The effect on soil water storage and nitrate supply. *Crop and Pasture Science*, 29(4), 653-668.
- French, R.J. and Schultz, J.E. 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. II. Some limitations to efficiency. *Australian Journal of Agricultural Research* 35, 765-775.
- Gallagher, J.N. and Biscoe, P.V. 1978. A physiological analysis of cereal yield. II. Partitioning of dry matter. *Agric. Prog.*, 53: 51-70.
- Gan, Y., Stobbe, E.H. and Moes, J. 1992. Relative data of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. *Crop Sci.*, 32: 1275-1281.
- Gebbing, T., and Schnyder, H. 1999. Pre-anthesis reserve utilization for protein and carbohydrate synthesis in grains of wheat. *Plant Physiology*, 121(3), 871-878.
- Gerek, R. 1965. Ticari gübreler yardımı ile Orta Anadolu'da her sene anıza buğday ekimi mümkün müdür? Eskişehir Tohum Islah ve Deneme İstasyonu. Neşriyat No:2.
- Gerek, R. 1967. Orta Anadolu kıraç şartlarında münavebe denemeleri. Eskişehir Tohum Islah ve Deneme İstasyonu. Neşriyat No:3.
- Gonzalez, A. and Ayerbe, L. 2011. Response of coleoptiles to water deficit: growth, turgor maintenance and osmotic adjustment in barley plants (*Hordeum vulgare* L.). *Agricultural Sciences*, 2(3).
- Gutierrez-Rodriguez, M., Reynolds, M.P., Escalante-Estrada, J.A., and Rodriguez-Gonzalez, M. T. 2004. Association between canopy reflectance indices and yield and physiological traits in bread wheat under drought and well-irrigated conditions. *Australian Journal of Agricultural Research* 55:1139-1147.
- Güler, M. 1975. Yield and other agronomic characters of winter wheat as affected by five seeding rates and three different environmental conditions (Doctoral dissertation, MS Thesis, Oregon State University, Corvallis).
- Güler, M., Pala, M., Durutan, N., Karaca, M., Avçin, A., and Avcı, M. 1981. Nadas alanı sınırlarının belirlenmesinde yararlanılabilecek ölçütler. *Kuru Tarım bölgelerinde Nadas Alanlarından Yararlanma Sempozyumu*. 28-30 Eylül, 1981, Ankara: Tübitak Yayınları 593, TOAG seri 119: 28-30.
- Hampton, J. G. 1981. The relationship between field emergence, laboratory germination, and vigour testing of New Zealand seed wheat lines. *New Zealand journal of experimental agriculture*, 9(2), 191-197.
- Handa, S., Handa, A.K., Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. 1986. Proline accumulation and the adaptation of cultured plant cells to water stress. *Plant Physiol.* 80: 938-945.
- Hanft, J. M. and Wych, R. D. 1982. Visual indicators of physiological maturity of hard red spring wheat. *Crop Science*, 22(3), 584-588.
- Harris, H., Cooper, P.J.M. and Pala, M. 1991. Soil and crop management for improved water use efficiency. Aleppo, Syria, ICARDA. 352 pp.

- Hochman, Z.V.I. 1982. Effect of water stress with phasic development on yield of wheat grown in a semi-arid environment. *Field Crops Res.*, 5: 55-67.
- Hohl, M. and Schopfer, P. 1991. Water relations of growing Maize coleoptiles comparison between Mannitol and Polyethylene glycol 6000 as external osmotica for adjusting turgor pressure. *Plant Physiology*, 95(3), 716-722.
- Hsiao, T. C., O'Toole, J. C., Yambao, E. B., and Turner, N. C. 1984. Influence of osmotic adjustment on leaf rolling and tissue death in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiology*, 75(2), 338-341.
- Hunt, L. A. 1979 Stem weight changes during grain filling in wheat from diverse sources. *Proceed. 5th International Wheat Genetics Symposium. Feb.* Vol. 2328.
- Hurd, E. A. 1968. Growth of roots of seven varieties of spring wheat at high and low moisture levels. *Agronomy Journal*, 60(2), 201-205.
- Idso, S.B., Reginato, R.J., Hatfield, J.I. and Pinter, P.J., Jr. 1984. Measuring yield reducing plant water potential depression in wheat by infrared thermometry. *Irrig. Sci.*, 2: 205-212.
- Innes, P. and Blackwell, R. D. 1983. Some effects of leaf posture on the yield and water economy of winter wheat. *The Journal of Agricultural Science*, 101(02), 367-376.
- Innes, P., Blackwell, R.D and Quarrie, S.A. 1984. Some effects of genetic variation in drought-induced abscisic acid accumulation on the yield and water-use of spring wheat. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*, 102: 341.
- Jackson, R.D., Reginato, R.J. and Idso, S.B. 1977. Wheat canopy temperature: A practical tool for evaluating water requirements. *Water Resources Research* 13, 651-656.
- Jenner, C. F. and Rathjen, A. J. 1975. Factors regulating the accumulation of starch in ripening wheat grain. *Austr. J. Plant Physiol.*, 2: 311-322.
- Ji, X., Dong, B., Shiran, B., Talbot, M. J., Edlington, J. E., Hughes, T., and Dolferus, R. 2011. Control of abscisic acid catabolism and abscisic acid homeostasis is important for reproductive stage stress tolerance in cereals. *Plant Physiology*, 156(2), 647-662.
- Johnson, D.A., Richards, R.A., and Turner, N.C. 1983. Yield, water relations, gas- exchange, and surface reflectances of near-isogenic wheat lines differing in glaucousness. *Crop Sci.* 23:318-325.
- Jones, H. G. 1979. Visual estimation of plant water status in cereals. *The Journal of Agricultural Science*, 92(01), 83-89.
- Kadioğlu, M. 2008. Kuraklık risk yönetimi, Konya Kapalı Havzası Yeraltı Suyu ve Kuraklık Konferansı, 11-12 Eylül 2008, Konya.
- Kalakanavar, R. M., Shashidhara, S. D., and Kulkarni, G. N. 1989. Effect of grading on quality of wheat seeds. *Seed Res*, 17(2), 182-185.
- Kalaycı, M. 1981. Eskişehir Zirai Araştırma Enstitüsü tarafından bugüne kadar yapılan nadas alanlarını azaltmaya yönelik çalışmalar. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), *Kuru Tarım bölgelerinde Nadas Alanlarından Yararlanma Sempozyumu*. 28-30 Eylül, 1981, Ankara: Tübitak Yayınları 593, TOAG seri 119: 195-206.
- Kalaycı, M., M.Aydın, V.Özbek, C.Çekiç, H.Ekiz, A.Yılmaz, İ.Çakmak, M.Keser, F.Altay, E.Kınacı (1997) Orta Anadolu koşullarında kurağa dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve fizyolojik parametrelerin geliştirilmesi. *TUBİTAK Projesi sonuç raporu* (Özetlenmiş yeni baskı).
- Kalaycı, M., Alkan, A., Çakmak, İ., Bayramoğlu, O., Yılmaz, A., Aydın, M., Özbek, V., Ekiz, H., and Özberisoy, F. 1998. Studies on differential response of wheat cultivars to boron toxicity. *Euphytica*, 100(1-3), 123-129.
- Karaca, M. 1980. Nadas toprak işleme derinlik ve yöntemlerinin infiltrasyona etkileri. Ankara, Türkiye: A.Ü.Z.F. Doktora Tezi, 95 pp.
- Karaca, M., M. Güler, N. Durutan, K. Meyveci, M. Avcı, H. Eyüpoğlu, and A. Avcı 1991. Effect of rotation systems on wheat yields and water use efficiency in dryland areas of Central Anatolia. *Proceedings of the International Symposium on Soil and Crop Management for Improved Water Use Efficiency*, Ankara, 15-19 May, 1989.
- Kaya, M. D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., and Kolsarıcı, Ö. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European journal of agronomy*, 24(4), 291-295.
- Keeling, P.L., Banisadr, R., Barone, L., Wasserman, B.P. and Singletary, A. 1994. Effect of temperature on enzymes in the pathway of starch biosynthesis in developing maize and wheat grain. *Austr. J. Plant Physiol.*, 21: 807-827.
- Kıraç, A.N. 1937. Eskişehir'de Drayfarming Araştırmaları. Drayfarming Deneme İstasyonu Teknik Belleten. No 1. Devlet Basımevi, İstanbul.

- Kinra, K. L., Foth, H. D., Robertson, L. S., and Brown, H. M. 1963. Effect of Seeding Rate, Row Spacing, and Rate and Placement of Fertilizer on Winter Wheat Performance in Michigan. *Agronomy Journal*, 55(1), 24-27.
- Kirby, E.J.M. 1988. Analysis of leaf stem and ear growth in wheat from terminal spikelet stage to anthesis. *Field Crops Res.*, 18: 127-140.
- Kirby, E. J. M. 1993. Effect of sowing depth on seedling emergence, growth and development in barley and wheat. *Field Crops Research*, 35(2), 101-111.
- Kirby, E. J. M. 2002. Botany of the wheat plant. In B.C. Curtis, S.Rajaram, H. Gómez Macpherson, eds. *Bread Wheat Improvement and Production*. FAO Plant Production and Protection Series. No. 30.
- Kirby, E. M. and Appleyard, M. 1984. Cereal development guide. *Cereal development guide. 2nd Edition.*, (Ed. 2).
- Kirkegaard, J.A., Howe, G.N., and Pitson, G. 2001 Agronomic interactions between drought and crop sequence. In 'Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference'.
- Kirkegaard, J. A., Lilley, J. M., Howe, G. N., and Graham, J. M. 2007. Impact of subsoil water use on wheat yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58, 303-315
- Kobata, T., Palta, J.A. and Turner, N.C. 1992. Rate of development of post anthesis water deficits and grain filling of spring wheat. *Crop Sci.*, 32: 1238-1242.
- Koç, M., Barutçular, C., and Genç, İ. 2003. Photosynthesis and productivity of old and modern durum wheats in a Mediterranean environment. *Crop Science*, 43(6), 2089-2098.
- Krenzer, E.G., Nipp, T.L. and McNew, R.W. 1991. Winter wheat main stem leaf appearance and tiller formation vs. moisture treatment. *Agron. J.*, 83: 663-667.
- Lafond, G. P., and Fowler, D. B. 1989. Soil temperature and water content, seeding depth, and simulated rainfall effects on winter wheat emergence. *Agronomy journal* 81.4: 609-614.
- Lagerwerff, J. V., Ogata, G., and Eagle, H. E. 1961. Control of osmotic pressure of culture solutions with polyethylene glycol. *Science*, 133(3463), 1486-1487.
- Levitt, J. 1972. Responses of Plants to Environmental Stresses, pp. 697.
- Leon, J. and Becker, H.C. 1988. Repeatability of some statistical measures of phenotypic stability - Correlations between single year results and multi years results. *Plant Breeding*, 100: 137-142.
- Liao, M., Palta, J.A., and Fillery, I.R.P. 2006. Root characteristics of vigorous wheat improve early nitrogen uptake. *Australian Journal of Agricultural Research* 57, 1097-1107.
- Lin, C.S., Binns, M. R., and Lefkovitch, L. P. 1986. Stability analysis: Where do we stand? *Crop Sci.*, 26: 894-900.
- Longnecker, N., Kirby, E.J.M. and Robson, A. 1993. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. *Crop Sci.*, 33: 154-160.
- López-Castañeda, C., Richards, R. A., and Farquhar, G. D. 1995. Variation in early vigor between wheat and barley. *Crop Science*, 35(2), 472-479.
- López-Castañeda, C., Richards, R. A., Farquhar, G. D., and Williamson, R. E. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. *Crop Science*, 36(5), 1257-1266.
- Loss, S. P., and Siddique, K. H. M. 1994. Morphological and physiological traits associated with wheat yield increases in Mediterranean environments. *Advances in Agronomy* 52.
- Ludlow, M. M., and Muchow, R. C. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Advances in agronomy* 43: 107-153.
- Lugojan, C. and Ciulca, S. 2011. Analysis of excised leaves water loss in winter wheat. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 15(2), 178-182.
- Lynch, J. 2007. Roots of the second green revolution. *Australian Journal of Botany* 55, 493-512.
- Malamy, J.E. 2005. Intrinsic and environmental response pathways that regulate root system architecture. *Plant, Cell and Environment* 28, 67-77.
- Maxwell, K. and Johnson, G. N. 2000. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. *Journal of experimental botany*, 51(345), 659-668.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Eighth Conference on Applied Climatology*, 17-22 January 1993, Anaheim, California.
- Menendez, C. M., and Hall, A. E. 1996. Heritability of carbon isotope discrimination and correlations with harvest index in cowpea. *Crop science*, 36(2), 233-238.
- Mian, M. A. R., and Nafziger, E. D. 1994. Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. *Crop science*, 34(1), 169-171.
- Millar, A.L., Rathjen, A.J. and Cooper, D.S. 2007 Genetic variation for subsoil toxicities in high pH soils. In 'Wheat production in stressed environments. Proceedings of the 7th International Wheat Conference, Mar del Plata, Argentina, 27 November – 2 December, 2005.' pp. 395-401.

- Miralles, D. J. and Slafer, G. A. 1996. Grain weight reductions in wheat associated with semidwarfism: an analysis of grain weight at different positions within the spike of near-isogenic lines. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 177(1), 9-16.
- Moffat, J.M., Sears, G., Cox, T.S. and Paulsen, G.M. 1990. Wheat high temperature tolerance during reproductive growth. I. Evaluation by chlorophyll fluorescence. *Crop Sci.*, 30: 881-885.
- Morgan, J.M. and Condon, A.G. 1986. Water use, grain yield and osmoregulation in wheat. *Austr. J. Plant Physiol.*, 13: 523-532.
- Morgan, J.M. 1988. The use of coleoptile responses to water stress to differentiate wheat genotypes for osmoregulation, growth and yield. *Annals of Botany* 62: 193-198.
- Morgan, J. M. 1991. A gene controlling differences in osmoregulation in wheat. *Functional Plant Biology*, 18(3), 249-257.
- Morgan, J. M. 1999. Changes in rheological properties and endosperm peroxidase activity associated with breeding for an osmoregulation gene in bread wheat. *Crop and Pasture Science*, 50(6), 963-968.
- Motzo, R., Attene, G. and Deidda, M. 1992. Genotypic variation in durum wheat root systems at different stages of development in a Mediterranean environment. *Euphytica*, 66 (3): 197-206.
- Muchow, R. C. and Sinclair, T. R. 1989. Epidermal conductance, stomatal density and stomatal size among genotypes of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Plant, Cell & Environment*, 12(4), 425-431.
- Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment*, 16(1), 15-24.
- Musick, J. T., Jones, O. R., Stewart, B. A., and Dusek, D. A. 1994. Water-yield relationships for irrigated and dryland wheat in the US Southern Plains. *Agronomy Journal*, 86(6), 980-986.
- Neumann, P. M. 1995. The role of cell wall adjustments in plant resistance to water deficits. *Crop Science*, 35(5), 1258-1266.
- Neumann, P. 1997. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant, Cell & Environment*, 20(9), 1193-1198.
- Oliver, Y., Wong, M., Robertson, R., and Wittwer, K. 2006. PAWC determines spatial variability in grain yield and nitrogen requirement by interacting with rainfall on northern WA sandplain. In *Proceedings of the 13th Australian Agronomy Conference* (pp. 10-14).
- Owen, P. C. 1971. Responses of a semi-dwarf wheat to temperatures representing a tropical dry season. II. Extreme temperatures. *Experimental Agriculture*, 7(01), 43-47.
- Önder, O. 2007. Orta Anadolu kuru şartlarında yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin kardeşlenme dinamiğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Öztürk, A. 1999. Kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23 (1999) 531-540.
- Pala, M., Güler, M., Ünver, İ., Durutan, N., and Karaca, M. 1980. Orta Anadolu'da nadas dönemi ilkbahar toprak işleme zamanının buğday verimine etkileri. *Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Tarımsal Araştırma Dergisi Cilt 2*: 78-88.
- Pala, M. 1982. Yaz toprak işleme derinliklerinin ve kullanılan araçların toprakta nem ve sıcaklık değişimlerine etkileri üzerinde bir araştırma. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Doktora Tezi, 80 pp.
- Palta, J. A., Kobata, T., Turner, N. C., and Fillery, I. R. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post-anthesis water deficits. *Crop Sci.* 34: 118-124.
- Paleg, L.G., Douglas, T.J., van Daal, A., and Keech, D.B. 1981. Proline, betaine and other organic solutes protect enzymes against heat inactivation. *Aust. J. Plant Physiol.* 8: 107-114.
- Passioura, J. B. 1972. The effect of root geometry on the yield of wheat growing on stored water. *Crop and Pasture Science*, 23(5), 745-752.
- Passioura, J.B. 1977. Grain yield harvest index and water use of wheat. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, 43: 117-120.
- Passioura, J. 2006. Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management. *Agricultural water management*, 80(1), 176-196.
- Passioura, J.B. and Angus, J.F. 2010. *Improving productivity of crops in water-limited environments. Advances in Agronomy*: 106:37-75.
- Peterson, R. F. 1965. Wheat. Botany, cultivation, and utilization. *Wheat. Botany, cultivation, and utilization*.
- Peterson, C. M., Klepper, B., Pumphrey, F. V., and Rickman, R. W. 1984. Restricted rooting decreases tillering and growth of winter wheat. *Agronomy Journal*, 76(5), 861-863.
- Plaut, Z., Butow, B. J., Blumenthal, C. S., and Wrigley, C. W. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crops Research*, 86(2), 185-198.

- Radford, B. J. 1987. Effect of constant and fluctuating temperature regimes and seed source on the coleoptile length of tall and semidwarf wheats. *Animal Production Science*, 27(1), 113-117.
- Rasmussen, P.E. 1991. Tillage, soil depth, and precipitation effects on wheat response to nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:121-124.
- Rawson, H. M. and Clarke, J. M. 1988. Nocturnal transpiration in wheat. *Functional Plant Biology*, 15(3), 397-406.
- Rebetzke, G.J., Richards, G.A., Fischer, G.M. and Mickelson, B.J. 1999. Breeding long coleoptile, reduced height wheats. *Euphytica*, 106:158-168.
- Rebetzke, G. J., Read, J. J., Barbour, M. M., Condon, A. G., and Rawson, H. M. 2000. A hand-held porometer for rapid assessment of leaf conductance in wheat. *Crop science*, 40(1), 277-280.
- Regan, K. L., Siddique, K. H. M., Turner, N. C., and Whan, B. R. 1992. Potential for increasing early vigour and total biomass in spring wheat. II. Characteristics associated with early vigour. *Crop and Pasture Science*, 43(3), 541-553.
- Reynolds, M.P., Balota, M., Delgado, M.I.B., Amani, I. and Fischer, R.A. 1994. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Austr. J. Plant Physiol.*, 21: 717-30.
- Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Larqué-Saavedra, A. and Quick, J.S. 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica*, 100: 84-95.
- Reynolds, M. P. 2002. Physiological approaches to wheat breeding. In B.C. Curtis, S.Rajaram, H. Gómez Macpherson, eds. *Bread Wheat Improvement and Production*. FAO Plant Production and Protection Series. No. 30.
- Reynolds, M.P., Pellegrineschi, A. and Skovmand, B., 2005. Sink-limitation to yield and biomass: a summary of some investigations in spring wheat. *Annals of Applied Biology*. 146:39-49.
- Richards, R.A. 1987. Physiology and the breeding of winter-grown cereals for dry areas. In: *Drought Tolerance in Winter Cereals*, Srivastava, J.P., Porceddu, E., Acevedo, E. and Varma, S. (eds). John Wiley and Sons Ltd, Chichester, pp. 133-150.
- Richards, R. A., and Passioura, J. B. 1989. A breeding program to reduce the diameter of the major xylem vessel in the seminal roots of wheat and its effect on grain yield in rain-fed environments. *Australian Journal of Agricultural Research* 40, 943-950.
- Richards, R.A. 1991. Crop improvement for temperate Australia: future opportunities. *Field Crops Res.*, 26: 141-169.
- Richards, R. A. 1992. The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. I. Agronomic characteristics. *Crop and Pasture Science*, 43(3), 517-527.
- Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Grow. Reg.*, 20: 157-166.
- Richards, R.A., Watt, M., and Rebetzke, G.J. 2007. Physiological traits and cereal germplasm for sustainable agricultural systems. *Euphytica* 154, 409-425.
- Rickman, R. W., Klepper, B. L., and Peterson, C. M. 1983. Time distributions for describing appearance of specific culms of winter wheat. *Agronomy Journal*, 75(3), 551-556.
- Rickman, R.W. and Klepper, E.L. 1991. Tillering in wheat. In T. Hodges, ed. *Predicting crop phenology*, p. 73-83. Boca Raton, FL, USA, CRC Press.
- Ries, S. K., and Everson, E. H. 1973. Protein content and seed size relationships with seedling vigor of wheat cultivars. *Agronomy Journal*, 65(6), 884-886.
- Rizhsky L, Liang HJ, Shuman J, Shulaev V, Davletova S, Mittler R . 2004. When defense pathways collide. *The response of Arabidopsis to a combination of drought and heat stress*. *Plant Physiology*;134:1683-1696.
- Sadras, V. O.; Rodriguez, D. 2007 The limit to wheat water-use efficiency in eastern Australia. II. Influence of rainfall patterns. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58.7: 657-669.
- Saini, H.S. and Aspinall, D. 1982. Abnormal sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) induced by short periods of high temperature. *Ann. Bot.*, 49: 835-846.
- Sattelmacher, B., Gerendas, J., Thoms, K., Brück, H. and Bagdady, N. H. 1993. Interaction between root growth and mineral nutrition. *Environmental and Experimental Botany*, 33(1), 63-73.
- Savaşlı, E., Çekiç, C., Önder, O., Dayıoğlu, R., and Kalaycı, H. M. 2012. Evaluation of some bread wheat cultivars and advanced breeding lines for yield, biomass and vegetation index. *TABAD, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2), 33-37.

- Schillinger, W.F., Donaldson, E., Allan, R.E., and Jones, S.S. 1998. Winter wheat seedling emergence from deep sowing depths. *Agronomy Journal*, Vol 90, 5: 582-586.
- Seaton, G.R. and Walker, D.A. 1990. Chlorophyll fluorescence as a measure of photosynthetic carbon assimilation. *Proc. Royal Soc., Lond. B*, 242: 29-35.
- Serraj, R. and Sinclair, T. R. 2002. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions?. *Plant, cell & environment*, 25(2), 333-341.
- Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 29: 237-245.
- Siddique, K. H. M., Tennant, D., Perry, M. W., and Belford, R. K. 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 41, 431-447.
- Simane, B., Peacock, J.M. and Struik, P.C. 1993. Differences in development and growth rate among drought-resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). *Plant Soil*, 157: 155-166.
- Sinclair, T. R. and Ludlow, M. M. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. *Functional Plant Biology*, 12(3), 213-217.
- Sinclair, T. R. and Ludlow, M. M. 1986. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. *Functional Plant Biology*, 13(3), 329-341.
- Slafer, G. A., Andrade, F. H., and Satorre, E. H. 1990. Genetic-improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain-yield. *Field Crops Research*, 23(3), 255-263.
- Slafer, G. A., Calderini, D. F., and Miralles, D. J. 1996. Yield components and compensation in wheat: opportunities for further increasing yield potential. *Increasing yield potential in wheat: Breaking the Barriers*, 101-133.
- Sofield, I., Evans, L. T., Cook, M. G., and Wardlaw, I. F. 1977. Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Functional Plant Biology*, 4(5), 785-797.
- Sojka, R. E., Stolzy, L. H., and Fischer, R. A. 1981. Seasonal drought response of selected wheat cultivars. *Agronomy Journal*, 73(5), 838-845.
- Spilde, L.A. 1989. Influence of seed size and test weight on several agronomic traits of barley and hard red spring wheat. *J. Prod. Agric.*, 2: 169-172.
- Tadmor, N. H., Cohen, Y., and Harpaz, Y. 1969. Interactive effects of temperature and osmotic potential on the germination of range plants. *Crop science* 9.6: 771-774.
- Tardieu, F. 1994 Growth and functioning of roots and of root systems subjected to soil compaction. Towards a system with multiple signalling?. *Soil and Tillage Research*, 30.2-4: 217-243.
- Turner, N.C. 1982. The role of shoot characteristics in drought resistance in crop plants. p. 115-134. *In Principles and methods for crop improvement for drought resistance with emphasis on rice* IRRI, Los Baños, The Philippines.
- Uddin, N.M., Marshall, D.R. 1988. Variation in epicuticular wax content in wheat. *Euphytica* 38:3-9
- Ünver, I. 1978. Nadas toprak işleminde, zaman, derinlik ve yöntemlerin toprağın rutubet ve sıcaklık değişimine etkileri. *AÜ Ziraat Fakültesi, Doktora Tezi, Ankara*.
- van Oosterom, E.J. and Acevedo, E. 1992. Adaptation of barley (*Hodeum vulgare* L.) to harsh Mediterranean environments. I. Morphological traits. *Euphytica*, 62: 1-14.
- van Oosterom, E.J., Jayachandran, R. and Bidinger, F.R. 1996. Diallel analysis of the stay-green and its component in sorghum. *Crop Breed., Gen. & Cytol.*, 36: 549-555.
- Venora, G. and Calcagno, F. 1991. Study of stomatal parameters for selection of drought resistance varieties in *Triticum durum* Desf. *Euphytica*, 57: 275-283.
- Verslues, P.E. and Bray, E.A. 2004. *LWR1* and *LWR2* are required for osmoregulation and osmotic adjustment in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 136, 2831-2842.
- Verslues, P. E., Ober, E. S., and Sharp, R. E. 1998. Root growth and oxygen relations at low water potentials. Impact of oxygen availability in polyethylene glycol solutions. *Plant Physiology*, 116(4), 1403-1412.
- Wardlaw, I. F., Sofield, I., and Cartwright, P. M. 1980. Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature. *Functional Plant Biology*, 7(4), 387-400.
- Warrington, I.J., Dunstone, R.L. and Green, L.M. 1977. Temperature effects at three developmental stages on the yield of the wheat ear. *Austr. J. Agric. Res.*, 28: 11-27.
- Westgate, M. E., Passioura, J. B., and Munns, R. 1996. Water status and ABA content of floral organs in drought-stressed wheat. *Functional Plant Biology*, 23(6), 763-772.
- Whan, B. R. 1976. The emergence of semidwarf and standard wheats, and its association with coleoptile length. *Animal Production Science*, 16(80), 411-416.

- Wiegand, C.L. and Cuellar, J.A. 1981. Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.*, 21: 95-101.
- Wilhite, D. A., and Glantz, M. H. 1985. Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, 10(3), 111-120.
- Willeke, G., J. Hosking, R. M., Wallis, J. R., and Guttman, N. B. 1994. The National Drought Atlas. Institute for Water Resources Report 94-NDS-4, U.S. Army Corps of Engineers.
- Witcombe, J.R. 1988. Estimates of stability for comparing varieties. *Euphytica*, 39: 11-18.
- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Liu, L. 2001. Water deficit-induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. *Agronomy Journal*, 93(1), 196-206.
- Yeşilsoy, Ş.M. 1981. Nadas Alanlarının toprak özellikleri ve bu alanların daha etkin kullanılma olanakları. *Kuru Tarım Bölgelerinde Nadas Alanlarından Yararlanma Sempozyumu*, 28-30 Eylül, 1981. Ankara: Tübitak Yayınları 593, TOAG 119:39-44.
- Yin, X., Guo, W., and Spiertz, J. H. 2009. A quantitative approach to characterize sink-source relationships during grain filling in contrasting wheat genotypes. *Field Crops Res.* **114**: 119-126.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Res.*, 14: 415-421.
- Zhang, J., Nguyen, H. T., and Blum, A. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *Journal of Experimental Botany*, 50(332), 291-302.