



## MUTANT ARPA POPULASYONUNDA ABIYOTİK STRES KOŞULLARINDA ARAŞTIRMALAR

Hayrettin Peşkirioğlu\*, İhsan Tutluer, Zafer Sağel, Burak Kunter, Yaprak Kantoğlu

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Ankara

Arpanın gen merkezlerinden biri olan ülkemizde 3,5milyon hektar ekim alanı bulunmakta ve 8,5 milyon ton üretim yapılmaktadır. Arpa ülkemizin bütün bölgelerinde yetişebilecek uygun iklim koşullarına sahiptir ama yoğun olarak kurak Anadolu platosunda yetiştirilir. Burada kışlar çok sert geçer yazları sıcak kuru ve 30°C üzerinde olup yıllık yağış 300-400mm dir. Bütün bu iklimsel gerçekler doğrultusunda ve su ekonomisi sağlamak açısından arpa bu bölgelerde kışlık olarak ekilmektedir. Yukarıda sayılan sebeplerden dolayı bu çalışmada amaçlananlar:1) Mutasyon ıslahıyla İç Anadolu bölgesinde kuraklığa ve yatmaya dayanıklı verimli tiplerin geliştirilmesi. 2)Tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına dayanıklı mutant arpa hatlarının seçilmesidir. İç Anadolu koşullarında yürütülen arpada mutasyon ıslahı programımızda bölgeye çok iyi adapte olan Tokak157/37 arpa çeşidi kullanılmıştır. Tohumlar 250Gray-350Gray dozlarında ışınlanmıştır. Seleksiyona M<sub>2</sub> generasyonunda başlanmıştır. Erkencilik, sap uzunluğu, yatmaya dayanıklılık ve tuza dayanıklılık gibi agronomik karakterler tarla, sera ve laboratuvar koşullarında izlenmiştir. Mutant hatların tuza dayanıklılıkları 180 mMol tuz konsantrasyonunda test edilmiştir. M<sub>4</sub> generasyonundan sonra ön verim denemeleri başlamıştır. M<sub>6</sub> generasyonunda kurak peryottan kaçan, kontrolden 25-30 gün daha erkenci hatlar bulunmaktadır. Su kültüründe 180 mMol tuz yoğunluğunda gelişen tek bitkiler elde edilmiştir. Erkenci ve tuza dayanıklı hatlarda ileri gözlem çalışmaları devam etmektedir

**Anahtar Kelimeler:** Arpa, Mutasyon Islahı, Erkencilik, Tuza Dayanım

## RESEARCH ON MUTANT BARLEY POPULATION UNDER BIOTIC AND ABIOTIC STRESS CONDITION

Barley is one of the most important cereal with 8,5 million tons production, 3,5 million hectares of sowing area in Turkey which is also one of the gene centres of barley. Barley is grown in every regions of Turkey where climatic conditions are available for the crop. But barley is the predominant crop in the driest land areas throughout the Anatolian plateau. Winters on that plateau are especially severe. Summers are hot and dry with temperatures above 30°C. Annual precipitation averages about 300 to 400 milimeters and rains mainly in winter. Because of all of these prerequisite conditions, winter barley dominates in Turkey, which indirectly refers to water economy. According to the above mentioned reasons the objectives of this investigation were:

- 1) Improvement of drought resistance, lodging resistance and high yielding barley varieties by mutation breeding in Central Anatolian Region.
- 2) Determination and selection of abiotic stress such as salt resistance

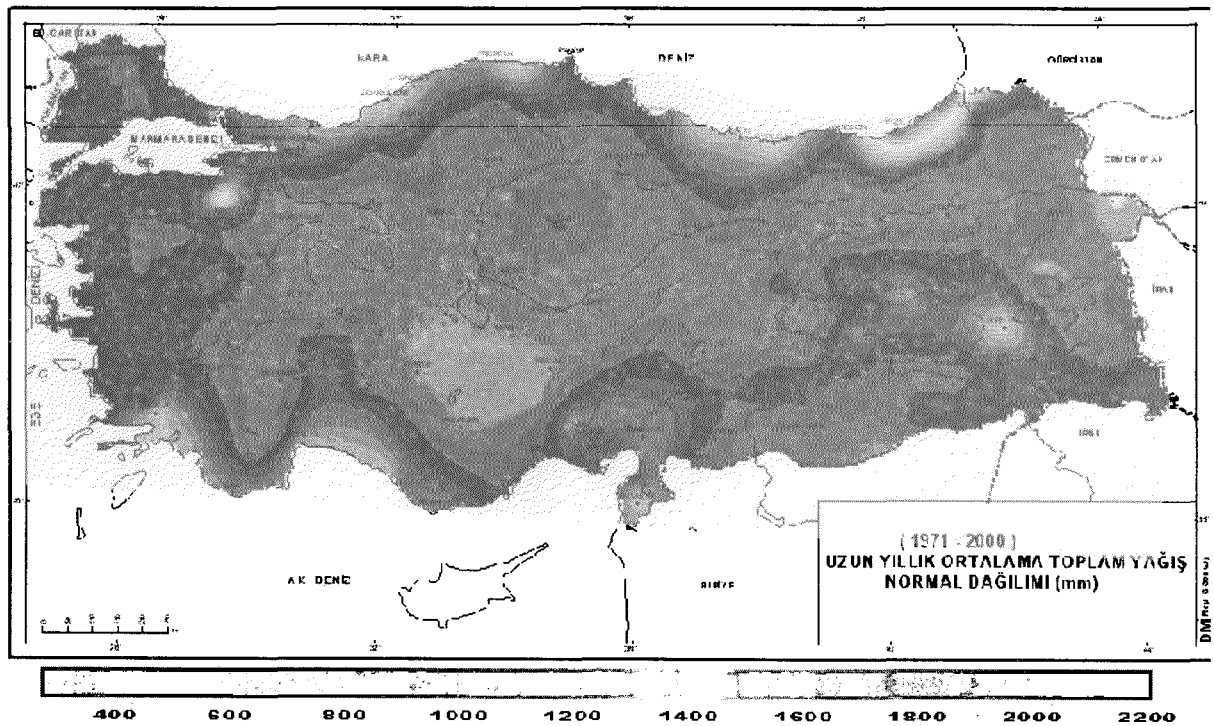
In our barley mutation breeding programme under Central Anatolian conditions well adapted Tokak 157/37 variety has been used. We applied 250 Gy-300 Gy gamma ray doses. Selection began at M<sub>2</sub> generation. Agronomical characters including earliness, straw length, lodging resistance and disease resistance are monitored in the field and greenhouse. Mutant lines have been tested for salt resistance in the hydroponic culture which contains 180 mMol and 220 mMol NaCl concentrations.. Preliminary yield trial and advanced yield trial are started after M<sub>4</sub> generations. In M<sub>6</sub> generation, we had some desirable lines those are 25-30 days earlier than its parents, so these lines escape from drough period. Some lines that have grown in the hydrophonic cultures, contains 180mMol NaCl still surviving

**Keywords:** Barley, Mutation Breeding, Earliness, Salt Resistance

## 1.GİRİŞ

Arpa Türkiye’de buğdaydan sonra ikinci en büyük ekim alanı ve üretim değerlerine sahiptir. Arpa protein içeriği ile hayvan beslenmesinde en önemli kesif yemlerden biri olmasının yanı sıra bira üretiminde de temel hammadde olması bakımından büyük öneme sahiptir. Ülkemizde arpanın ekim alanı 3.500 000 ha, toplam üretimi 8.500.000 ton verimi ise 2.060 kg/ha dır [1]. Ekim alanlarının sınırlı olması dolayısıyla bitki ıslahçıları verimi yüksek, her türlü ekstrem koşulda bile ürün verebilecek yeni çeşitleri ortaya koyabilmek amacıyla çalışmaktadırlar. Bu projede de abiyotik koşullara uyum sağlamış yüksek verimli arpa çeşitlerinin mutasyon ıslahı tekniği ile geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Ülkemiz tarımının verim sorunları yanında her yıl boş bırakılan 3,5 milyon hektarlık nadas alanı 9 milyon hektar tarıma elverişsiz arazi bulunmaktadır ki bu arazinin 1.5 milyon hektarı tuzlu topraklardır. Nadas bırakmanın amacı su ekonomisi sağlamaktır Şekil 1’de görüldüğü gibi tahıl üretiminin neredeyse mono kültür nitelikte olduğu İç Anadolu bölgesinde yıllık ortalama yağış 350-400 mm arasında değişmektedir. Bu yağış rejimi de sulanmayan alanlarda üst üste iki sene aynı ürünün alınmasına izin vermemektedir. Karasal iklimin hüküm sürdüğü bu bölgede iklimin en belirgin faktörleri kışların soğuk; ortalama ocak ayı ortalaması  $-7^{\circ}\text{C}$  yazları; sıcak temmuz ayı ortalaması  $22^{\circ}\text{C}$  yıllık ortalama sıcaklık  $10.8^{\circ}\text{C}$  ve yıllık ortalama yağışın 418.8mm olmasıdır 2]. Bu koşullarda kuraklık ve tuzluluğa karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi önem kazanmıştır [3].

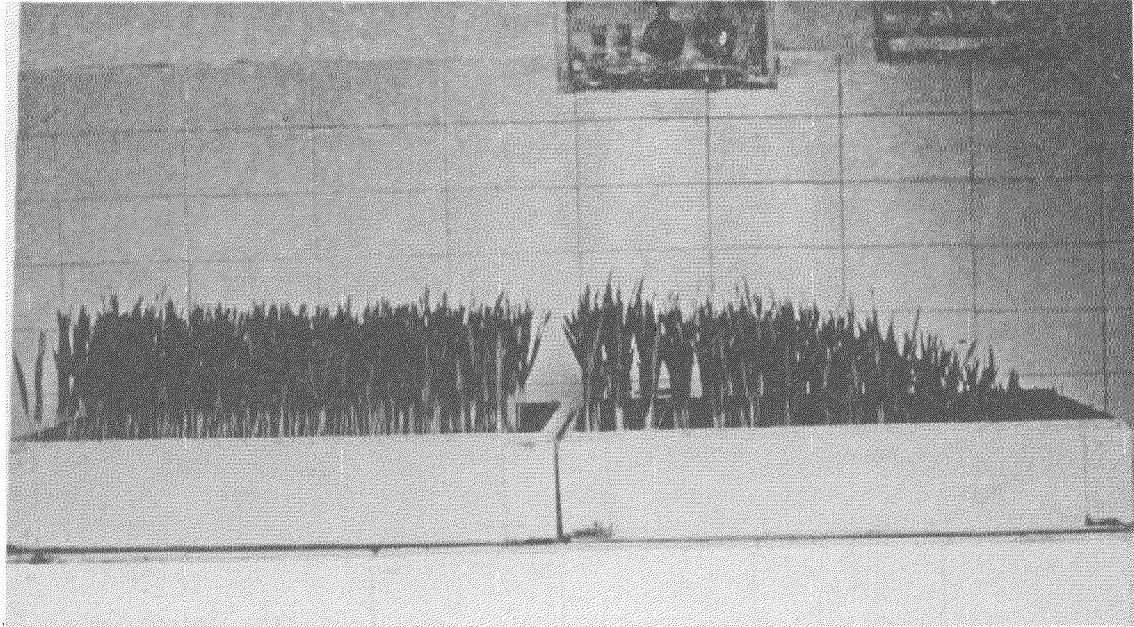


Şekil 1. Türkiye uzun yıllar ortalama yağış dağılımı

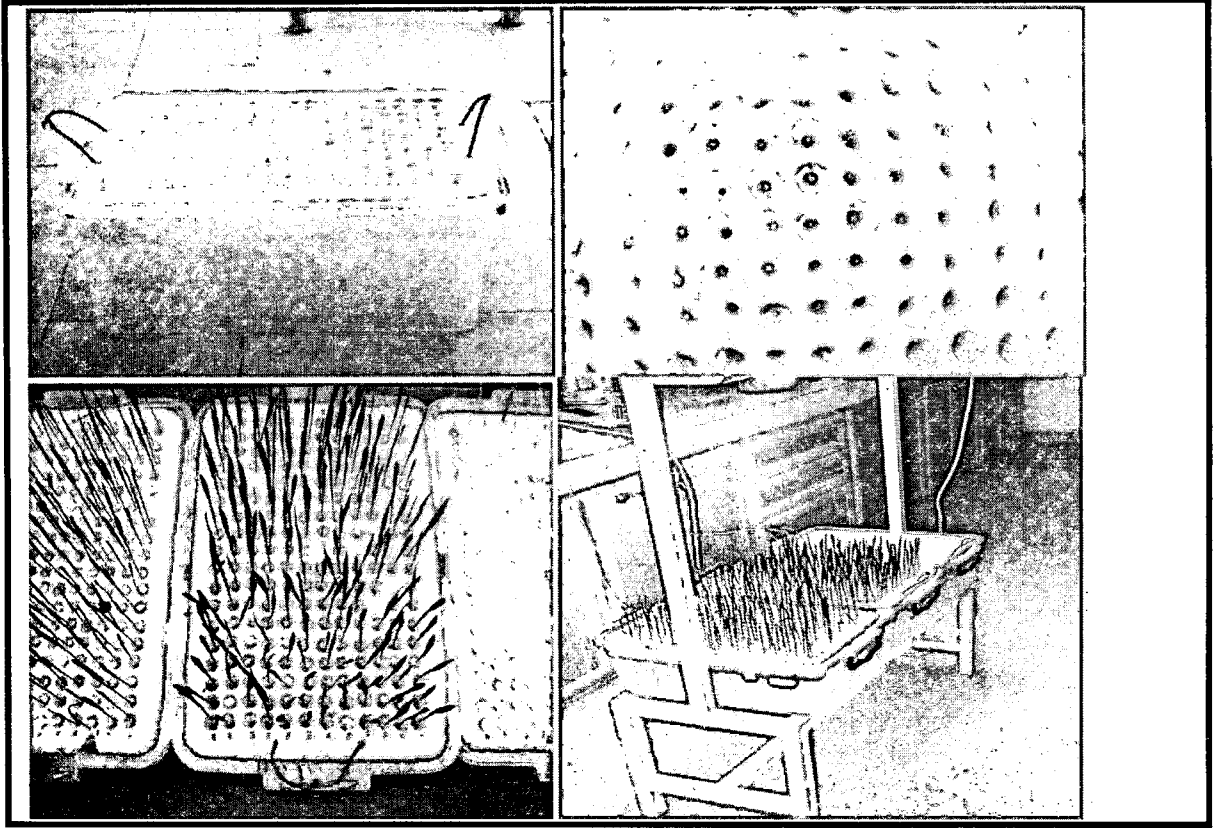
## 2.DENEYSEL

Mutasyon ıslahı çalışmaları % 11 nem oranına sahip Tokak157/37arpa tohumlarının kaynak gücü 590 Gray /saniye olan Cs 137 gamma ışın kaynağında ışınlanması ile başlanılmıştır. En uygun ışınlama dozunun saptanması amacıyla 0.2 Gray ile 450 Gray

arasında 32 farklı dozda ışınlatma yapılmıştır. Hem en uygun ışınlatma dozunun saptanması hem de düşük radyasyon dozlarının etkisini saptamak amacıyla yapılan bu ışınlatmadan sonra tohumlar tahta kasalara 3 tekrarlı olarak ekilmiş (Şekil 2) ve çıkış sonrası 7. günde yapılan hasat sonrası fide boyu ölçülerek bu kriter bazında 'etkili ışınlatma dozu' saptanmıştır [4]. Etkili ışınlatma dozunda ışınlanan tohumlar  $M_1$  generasyonu olarak tarlaya ekilmiş, tarladaki bitkilerin bitki boyu, başak uzunluğu, tek bitki verimi, başaktaki tane sayısı, sterilite vb. özellikleri radyasyonun fizyolojik zararını belirlemek için ölçülmüştür. Bu generasyonda tek bitki hasadı yapılmış ve her bir başak ikinci yıl tek başak sırası olarak 1m'lik sıralar halinde ekilmiştir.  $M_2$  generasyonu açılım yılı olup seleksiyon amacına uygun veya genel performansını beğendiğimiz tek bitkiler seçilerek  $M_3$  generasyonuna taşınmıştır. Tarla denemelerinde genel performans verim, kuraklığa dayanıklılık ve erkencilik yönünden seleksiyon yapılmıştır. Abiotik koşul olarak ele aldığımız tuzluluğa dayanıklılık konusundaki çalışmalarımız su kültürü ortamında yürütülmüştür. Tuzluluğa dayanıklılık çalışmalarında seleksiyona baz teşkil edecek tuz yoğunluğunu saptamak için farklı tuz konsantrasyonlarında bir ön deneme yapılmıştır. Bu denemeler içinde NaCl çözeltisi ve Hoagland besin çözeltisi olan 25x45x20 cm boyutlarında plastik kutularda yürütülmüştür. Su kültürü ortamında bitkileri yetiştireceğimiz tohum yatakları olarak 28x45 cm boyutlarında ve 5 m kalınlığında straforlara 2,5 cm aralıklarla açılan 1 cm çapındaki oyuklar kullanılmıştır (Şekil 3). Su kültürü ortamındaki havalanma ihtiyacı akvaryum motoru ile sağlanmıştır. Su kültürü çalışmalarında sulardaki tuzluluk NaCl ile sağlanmıştır. İslah çalışmalarında kullanacağımız en uygun tuz konsantrasyonunu saptamak için yaptığımız ön denemede farklı tuz çözeltileri 50mM, 100mM, 150mMol, 200mMol, 220mMol ve 260mMol olarak hazırlanmış ve tohumlarımız 3 tekrarlı olarak ekilmiştir. Ekimden 28 gün sonra hasat edilip gerekli ölçümler yapılmıştır (Şekil 4). Bu ön araştırma sonucunda saptanan tuz konsantrasyonu ileri mutant hatların seleksiyonu için kullanılmıştır. Denemeler 16/8 saat aydınlık karanlık periyodundaki büyütme odasında yürütülmüştür.



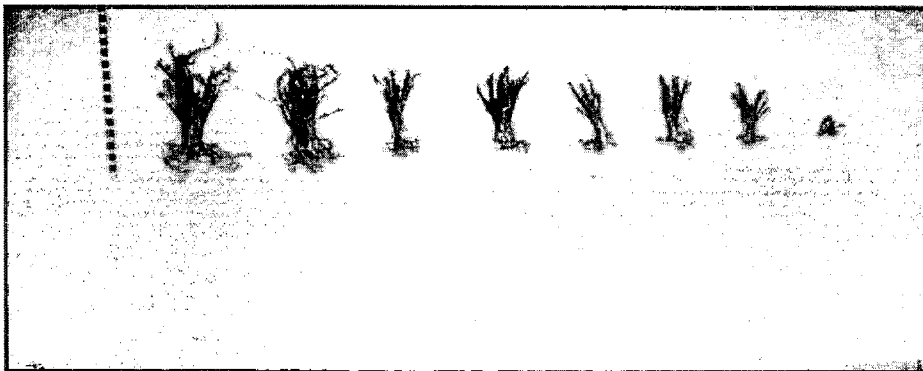
Şekil 2. Tahta kasalardaki arpa fideleri (28. gün)



Şekil 3. Su kültürü çalışmalarında kullanılan sistem

### 3. DENEYSEL SONUÇLAR

Etkili radyasyon dozunun belirlenmesi ve düşük radyasyon dozunun etkilerinin saptanması amacıyla yaptığımız çalışma fide boyu kriteri göz önüne alınarak yapılmıştır. Denemenin sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kontrolde 16.6 cm olan fide boyu 55 Gray doza kadar istatistiksel olarak önemli olmasa da 17 cm’ye artmıştır. Kontrolde 120 Gray doza kadar fide boyunda istatistiksel olarak bir fark saptanmamış, bu dozdan 450 gray’e kadarki ışınlama dozlarında fide boyunda istatistiksel olarak önemli bir azalma saptanmıştır (Şekil 5). Etkili dozun hesaplanmasında Şekil 6’da gösterilen bağıntı kullanılmış 250-300 Gray etkili doz olarak hesaplanmıştır.

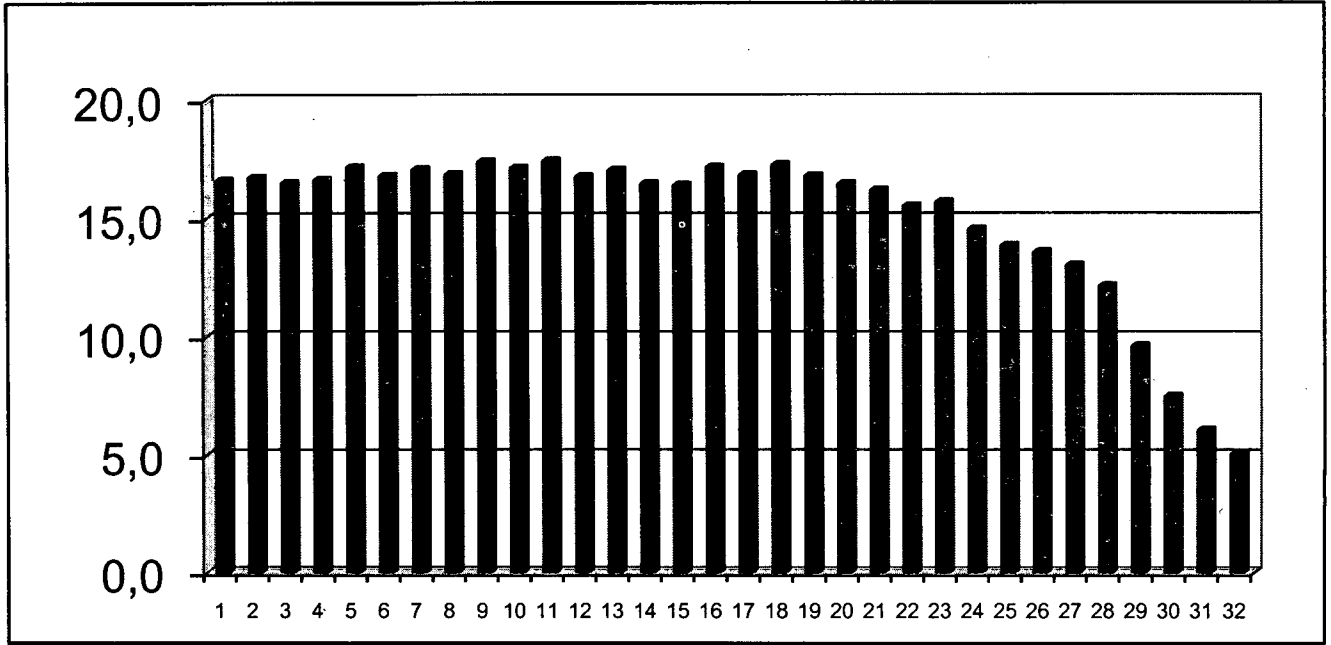


Şekil 4. Farklı tuz konsantrasyonlarında su kültüründe yetiştirilen arpa fidelerinin hasat sonrası doz artışına bağlı fide boyundaki değişim

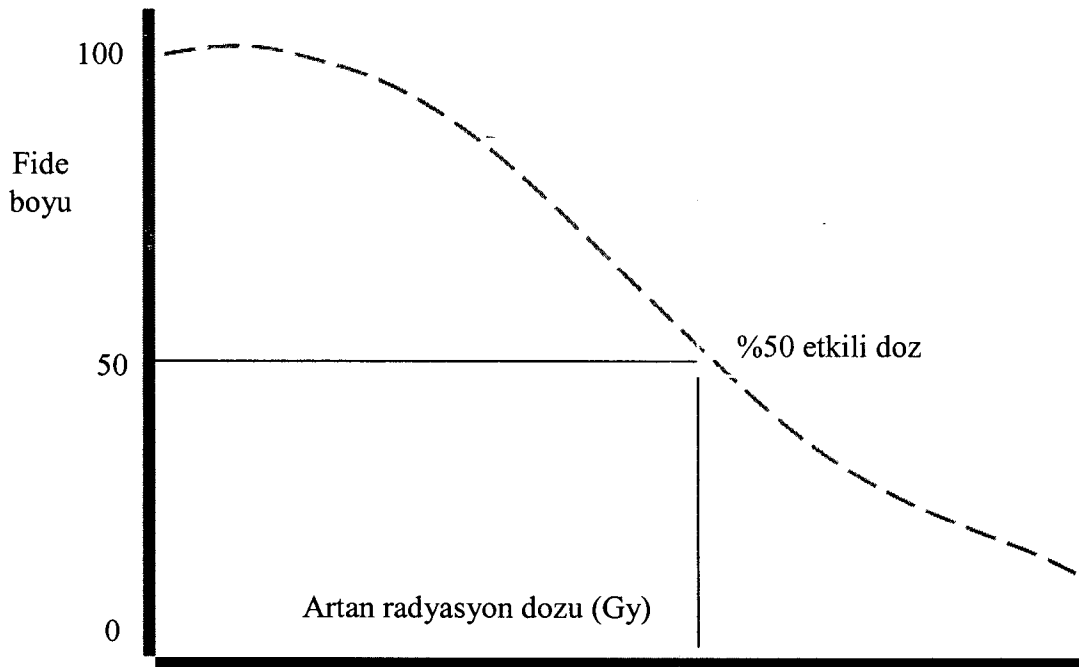
**Çizelge 1.** Gamma radyasyon dozlarının arpa fide boyuna etkisi (cm)

Dozlar	I Tek.	II. Tek.	III. Tek.	Ortalama	Farklılık
(Gray)					%5
K	17,1	17,6	15,1	16,6	ab
0,2	17,2	17,3	15,7	16,7	ab
0,5	17,0	17,0	15,5	16,5	ab
1	17,4	17,2	15,3	16,6	ab
2	17,7	17,9	15,9	17,2	ab
3	17,1	17,4	15,9	16,8	ab
5	17,4	17,3	16,5	17,1	ab
7	17,5	17,0	16,1	16,9	ab
10	17,4	17,4	17,4	17,4	a
15	17,4	17,5	16,5	17,1	ab
20	17,6	18,0	16,7	17,4	a
25	17,0	16,9	16,4	16,8	ab
30	17,7	16,8	16,6	17,0	ab
35	16,1	16,6	16,7	16,5	ab
40	16,9	17,2	15,1	16,4	ab
45	17,2	17,6	16,7	17,2	ab
50	17,8	16,7	16,0	16,8	ab
55	17,3	16,8	17,7	17,3	ab
60	16,4	16,5	17,5	16,8	ab
70	16,6	16,3	16,5	16,5	ab
80	15,7	16,5	16,4	16,2	abc
90	15,6	15,0	16,0	15,5	bcd
100	16,7	14,2	16,2	15,7	abc
120	15,8	13,7	14,2	14,6	cde
130	14,7	15,3	11,6	13,9	def
150	14,0	12,2	14,6	13,6	ef
200	12,0	12,3	14,8	13,0	ef
250	11,9	11,4	13,2	12,2	f
300	9,2	9,1	10,6	9,6	g
350	6,8	7,0	8,7	7,5	h
400	5,5	6,1	6,6	6,1	hı
450	5,2	4,8	5,2	5,1	ı

\*p:%5 Duncan Testi



Şekil 5. Artan radyasyon dozlarının arpa fide gelişimi üzerine etkisi (cm)



Şekil 6. Artan radyasyon dozu ve bitkideki morfolojik özellikler arasındaki bağıntı

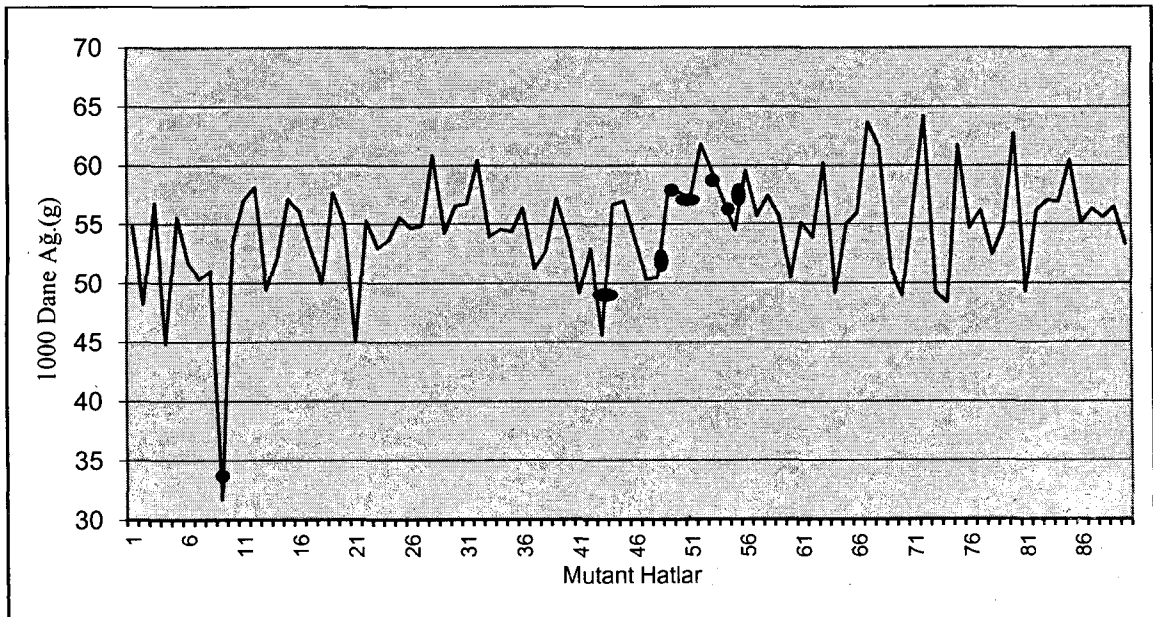
Tuza dayanıklı hatların seleksiyonunda kullanılacak tuz yoğunluğunu saptamak için yapılan deneme sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Bu denemede bitkiler su kültürü ortamında üç yapraklı fide dönemine kadar yetiştirilmiş ve hasattan sonra ölçümler yapılmıştır. Üç tekerrürün ortalamalarının çizelgede incelenmesinde artan tuz konsantrasyonlarında fide boyu ve toplam bitki kuru ağırlığında kontrole göre istatistiksel olarak önemli ölçüde azalma saptanmıştır (Şekil 4). Bu sonuçlardan hareketle seleksiyon çalışmalarında kullanacağımız tuz konsantrasyonu saptanmıştır.

**Çizelge 2.** Farklı NaCl konsantrasyonlarının arpa fide boyları ve biyo kütle üzerine etkisi

	Kontrol	50	100	140	160	180	220	260
		mM	mM	mM	mM	mM	mM	mM
Fide Boyu (cm)	19,8	19,2	12,7	13,9	10,2	11,3	9,2	3,4
	a	a	b	b	b	b	c	d
% Yaşayan bitki	95,4	100	81,8	86,3	86,3	100	63,6	27,2
Bitki kuru ağırlığı (g)	5,92	3,068	1,66	1,52	0,86	1,04	0,67	0,35
	a	b	c	c	c	c	d	e

\*p:%5 Duncan Testi

Ön denemelerden sonra başlanılan projenin M<sub>2</sub> generasyonunda pek çok fenolojik ve fenotipik özelliğine göre seçilen 90 adet tek bitki M<sub>3</sub> generasyonunda tek bitki sırası olarak ekilmiştir. Bu generasyonda varyasyonun belirlenmesi için 1000 dane ağırlığındaki değişim incelenmiştir (Şekil 7). Hatlardaki 1000 dane ağırlığı 33 g ile 64 g arasında bir değişim göstermiştir. M<sub>3</sub> generasyonundan itibaren seçilen mutant tek bitkilerden oluşturulan 26 adet tek bitkinin her birinden alınan 60 adet tohumla tuza dayanıklılık çalışmaları su kültürü ortamlarında ve 185 mMol tuz konsantrasyonunda yürütülmüştür. Tamamen kontrollü çevre şartlarında yürütülen denemelerde mutant bitkiler başaklanma dönemine kadar yetiştirilmekte yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle bu döneme kadar hayatta kalmış bitkiler su kültüründen çıkarılıp normal yetiştirme koşullarına nakledilerek tohum vermeleri sağlanmış ve tuza dayanıklılık çalışmaları bu bitkilerden sağlanan tohumlarla devam edilmiştir (Çizelge 3).





**Şekil 7:** M<sub>3</sub> generasyonunda seçilen 90 hattın 100 dane ağırlığına göre dağılım grafiği

**Çizelge 3.** M<sub>3</sub> generasyonunda 180 mMol tuz yoğunluğunda su kültüründe yetiştirilen tek bitki sıralarında elde edilen sonuçlar

Bitki No	Ekilen Tohum (adet)	Yeşil bitki Sayısı (adet)	Tohum veren bitki (adet)	Bitki No	Ekilen Tohum (adet)	Yeşil bitki Sayısı (adet)	Tohum veren bitki (adet)
84	60	7	-	12	60	3	
21	60	15	1	36	60	4	
69	60	14	1	84	60	2	1
78	60	14	2	20	60	2	1
77	60	28	1	24	60	1	
18	60	9	1	50	60	2	
20	60	5	-	42	60	2	1
31	60	4	1	14	60	1	
33	60	10	-	16	60	2	
19	60	8	1	43	60	5	
9	60	1	-	40	60	3	1
2	60	3	-	50	60	2	
16	60	4	1	59	60	2	

Kuraklığa dayanıklılık testleri ve gözlemleri tarla denemelerinde sürdürülmüştür. Özellikle 2005-2008 yılları bahar aylarında yağışın mevsim normallerinin çok altında olması kuraklığa dayanıklılık yönünden yapılan seleksiyonlar için çok uygun bir seleksiyon baskısı oluşturmuştur. Devlet Metereoloji Genel Müdürlüğü'nün Ankara Etimesgut istasyonu 52 yıllık ortalama yağış verilerine baktığımızda [5] Mart, Nisan Mayıs aylarında ortalama yağış sırasıyla 34,8 mm,42,8mm ve 45 mm iken tarla denemelerinin yürütüldüğü Sarayköy'de bu değerler sırasıyla 16mm, 25mm ve 33mm olmuştur. Kuraklığa dayanıklılık yönünden yapılan seleksiyon çalışmaları sonucunda 71 ve 69. hatların diğer hat ve kontrolden 25-30 gün daha erkenci olduğu ve kuraklıktan etkilenmediği saptanmıştır. Bu hatlar başaklanmalarını 25-30 Nisan tarihleri arasında tamamlamışken diğer mutantlarda başaklanmanın tamamlanması 15 Haziran ve sonrasında gerçekleşmiştir. Çizelge 4'te 2005, 2006 ve 2007 yılında ekilen hatların parsel verimleri gösterilmiştir . 2007 nisan mayıs aylarında M<sub>5</sub> generasyonunda ilk bahar yağışlarının yeteri kadar yağmaması diğer hatları olumsuz olarak etkilemiş hiç verim alınamamışken kuraklıktan kaçan erkenci hatlar az da olsa verim vererek kurağa dayanıklılık yönünden ön plana çıkmışlardır.

**Çizelge 4.**M<sub>4</sub>, M<sub>5</sub>, M<sub>6</sub> generasyonunda yetiştirilen hatların parsel verimleri

Line No	Tane Verimi M <sub>4</sub> g/parsel	Tane Verimi M <sub>5</sub> g/parsel	Tane Verimi M <sub>6</sub> g/parsel
1	267	0	180
2	248	0	95
9	288	0	135
10	250	0	293
12	206	0	265

14	333	0	160
15	200	0	190
16	155	0	145
18	241	0	160
19	236	0	175
20	245	0	70
21	220	0	185
24	209	0	165
31	207	0	185
32	175	0	125
33	209	0	180
36	201	0	210
40	299	0	150
42	209	0	240
43	203	0	175
50	181	0	160
69	156	100	258
71	163	120	140
77	113	0	75
78	310	0	320
84	203	0	206
<b>Tokak</b>	291	0	300
<b>Bülbül</b>	192	0	240
<b>Tarm</b>	260	0	270
<b>LSD %5</b>	<b>63,17</b>		<b>50.90</b>

#### 4.TARTIŞMA VE YORUM

Mutasyon ıslahı çalışmalarında başlangıç noktası üzerinde çalışılacak bitki türünde kullanılacak en uygun radyasyon dozunun saptanmasıdır. En uygun radyasyon dozu ise bitkide oluşturacağı minimum fizyolojik zarara karşılık maksimum mutasyon oluşturacak dozdur [4]. Bu doz ele alınan kriteri, örneğin fide boyunu kontrole göre % 50 oranında düşüren dozdur. Bu dozun %10-20'si ıslah çalışmalarında başlangıç dozu olarak kullanılmalıdır. Çalışmamızda bu dozu fide boyunu 16.6 cm den 8 cm indiren doz olarak 250-300 Gray olarak belirlenmiş ve ıslah çalışmaları bu dozla başlamıştır. Etkili dozun hesaplanmasında kullanılan doz aralığının 0.2 Gray-450 Gray gibi geniş bir aralık seçilerek düşük radyasyon dozlarının etkisinde görülmesi planlanmıştır. Radyasyonun canlılar üzerine etkilerinden biriside, özellikle düşük radyasyon dozlarındaki büyümeyi stimüle edici etkisidir [6]. Bu araştırmayla düşük radyasyon dozlarının fide boyu üzerindeki stimüle edici etkisinin görülmesi amaçlanmıştır. Kontrolde 16.8 cm olan fide boyu artan dozlarda 17,3 cm 'ye yükselmiş ama istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tuza dayanıklılık çalışmaları için en uygun tuz çözeltisini saptamak için farklı tuz konsantrasyonlarında su kültüründe yapılan çalışmada kontrole göre bitki boyunu yarıya indiren 180mMol tuz konsantrasyonunu tuza dayanıklı hatların seçiminde kullanılmıştır. Çeşitli araştırmacılar [7, 8] arpada tuza dayanıklı genotiplerin seçilmesinde 180mMol tuz yoğunluğunu kullanmışlardır. Bu çalışmaların sonucunda M<sub>3</sub> generasyonundaki tüm tek bitki sıraları eldeki olanaklar ölçüsünde 180mMol tuz çözeltisinde yetiştirilmiş ve

başaklanmaya kadar hayatta kalan bitkilerden normal koşullarda tohum alınarak daha sonra alanda yapılacak seleksiyon için populasyon oluşturulmuştur.

Küresel ısınmayla birlikte kuraklığa dayanıklılık bitki çeşitlerinin geliştirilmesi en önemli bitki ıslah amacı olmuştur. Geliştirdiğimiz erkenci mutant arpa hatları kış yağışlarından yararlanıp ilkbaharda ortaya çıkan kuraklıktan etkilenmeden ürün verebilmektedir. Özellikle çok kurak geçen 2007 nisan mayıs aylarındaki kuraklıkta hiçbir mutant hat ve kontrolleri verim vermezken bu hatlardan verim alınmıştır. Halen devam eden bu çalışmada erkenci hatların verim denemeleri ve tescil için gerekli süreçler tamamlanmaktadır. Tuza dayanıklılık çalışmalarında da potansiyel olarak tuza dayanıklı bitkiler elde edilmiş olup ıslah süreci devam etmektedir.

## 5.KAYNAKLAR

- [1].Anonymous, 2004. II tarım Şurası Çalışma Belgesi 29 Kasım-01 Aralık 2004 Ankara Tarım ve Köyişleri Bakanlığı
- [2].Anonymous, 2009. Devlet Metereoloji İşleri genel müdürlüğü web sayfası <http://www.dmi.gov.tr/index.aspx>
- [3].Sipahi, H. 1999. Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde arpa tarımının sorunları ve çözüm yolları. Hububat Sempozyumu, 8-11 Haziran 1999, Konya. S: 77-86
- [4].Anonymous, 1977. Manuel on Mutation Breeding. International Atomic Energy Agency, Vienna
- [5].Anonymous, 2003. Devlet Metereoloji İşleri Genel Müdürlüğü raporları
- [6] Anonymous, 1966. Effects of Low doses of radiation on Crop Plants .Technical report series No.64 International Atomic Energy Agency, Vienna
- [7]Ashraf, M, Muhammad 1996. Studies to determine appropriate selection techniques for salt tolerance in barley and rice genotypes. E.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü Doktora
- [8]Açıkgöz N, M.M Ashraf 1995. Salt tolerance studies in barley genotypes Arpa- Malt sempozyumu III Bildiriler : s:413-422