

Bitki Genetik Kaynaklarının Ex situ Muhafazasında Tohum Gen Bankalarının Önemi ve Ulusal Tohum Gen Bankası

Lerzan Gül AYKAS^{1*}  Erdiñç OĞUR²  Neşe ADANACIOĞLU³  Kader KURŞUN KIRCI⁴ 

Selay DOĞAN⁵  Soner MEŞREFOĞLU⁶  Seza NOYAN⁷  Tefik TAYLAN⁸ 

Nayif DENİZ⁹  Evren YILMAZ¹⁰ 

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} **Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynakları Bölümü, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir/Türkiye**

¹<https://orcid.org/0009-0002-1114-9970>

³<https://orcid.org/0000-0001-9009-8635>

⁵<https://orcid.org/0000-0003-0589-3963>

⁷<https://orcid.org/0000-0002-0302-3422>

⁹<https://orcid.org/0009-0006-8873-9644>

²<https://orcid.org/0000-0002-4496-2995>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-8973-4013>

⁶<https://orcid.org/0009-0009-8239-7948>

⁸<https://orcid.org/0009-0001-4403-075X>

¹⁰<https://orcid.org/0009-0003-4204-5485>

*Corresponding author (Sorumlu Yazar): lerzangul.aykas@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 11.03.2024

Accepted (Kabul tarihi): 07.05.2024

ÖZ: Bu makalede, bitki genetik kaynaklarının *ex-situ* muhafazasında tohum gen bankalarının önemi ve ulusal tohum gen bankasının faaliyetleri özetlenmektedir. Bitki genetik kaynaklarının, gıda ve beslenme güvenliğinin oluşturulmasında, üretim sistemlerinin dayanıklılığının sağlanmasında ve gelecekte iklim değişikliğinin etkileriyle başa çıkılmasında çok büyük katkısı vardır. Ancak genetik kaynaklar giderek endişe verici bir hızla kaybolmaktadır. Bu kaynakların erozyona uğramasıyla insanlık yeni sosyo-ekonomik ve çevresel koşullara uyum sağlama potansiyelini kaybetmektedir. Gıda ve tarıma yönelik bitki genetik kaynaklarının *ex-situ* korunması küresel bir öneme sahiptir ve gelecekte gıda güvenliği açısından merkezi bir rol oynamaktadır. Tohum gen bankası, korumaya yönelik en yaygın ve değerli *ex-situ* yaklaşımlardan biridir. Ulusal Tohum Gen Bankası 1970 yıllarda kurulmuştur. Ulusal Tohum Gen Bankası yerel çeşitler, yabani akrabalar, diğer yabani türler, özellikle ekonomik öneme sahip diğer yabani türleri (tıbbi, aromatik, süs bitkileri vb.) ve endemik bitki türlerini içermektedir. Ulusal Gen Bankası koleksiyonunun toplam materyal sayısı, yaklaşık 3.090 türle birlikte 55.000' den fazladır.

Anahtar Kelimeler: Bitki genetik kaynakları, *ex-situ* koruma, tohum gen bankası, ortodoks tohumlar, gıda güvenliği.

The Importance of Seed Genebanks in Ex-situ Conservation of Plant Genetic Resources and the National Seed Genebank

ABSTRACT: The importance of seed genebanks in *ex-situ* conservation of plant genetic resources and the national seed genebank activity are summarized in this article. Plant genetic resources have an enormous contribution to make in addressing food and nutritional security, ensuring resilience of production systems, and coping with the impacts of climate change in the future. However, genetic resources are being lost at an increasingly alarming rate. With the erosion of these resources, mankind loses the potential to adapt to new socio-economic and environmental conditions. The *ex-situ* conservation of plant genetic resources for food and agriculture is of global importance and plays a central role in future food security. The seed genebank is one of the most widespread and valuable *ex-situ* approaches to conservation. The National Seed Genebank was established in the 1970s. The National Genebank contains landraces, wild and weedy relatives, other wild species that are especially economically important (medicinal, aromatic, ornamental, etc.), and endemic plant species. The total number of accessions in the National Genebank collection is more than 55000, with about 3090 species.

Keywords: Plant genetic resources, *ex-situ* conservation, seed genebank, orthodox seeds, food security.

GİRİŞ

Günümüz ve gelecek nesiller için yeni ürünlerin oluşturulmasında önemli kaynak değeri taşıyan bitki genetik kaynakları (BGK) kalıtsal temelli biyolojik materyaldir. BGK çiftçiler, ıslahçılar ve çevre arasındaki binlerce yıllık etkileşimin bir sonucudur (Ferranti, 2019). Gıda ve tarıma yönelik BGK, yerel çeşitler, modern çeşitler, özel genetik stoklar, kültür bitkilerinin yabancı akrabaları ve doğada bulunan diğer yabancı bitki türlerinden (yenen otlar tıbbi ve aromatik bitkiler, süs bitkileri vb) oluşmaktadır. BGK insanların ve hayvanların ihtiyaç duyduğu yiyecek, gibi tedarik hizmetlerinin yanı sıra düzenleyici destekleyici ve kültürel hizmetler de sağlar. Tarımsal biyolojik çeşitliliğin ayrılmaz bir bileşeni olan BGK içindeki genetik çeşitlilik, bitkilerin dona, yüksek sıcaklığa, kuraklığa ve su basmasına karşı toleranslarının yanı sıra belirli hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılıklarını artırarak olumsuz çevre koşullarına uyum sağlama yeteneklerini geliştirir. Arzu edilen özelliklere sahip yeni ürün çeşitlerinin geliştirilebilmesi için ilgilenilen özelliğe bağlı yeni genler/aleller, biyoteknolojik araçlar kullanılarak ticari olarak yetiştirilen modern çeşitlere aktarılır (Duvick, 1986). Bitki ıslahçıları, yeni ürün çeşitleri geliştirmek için BGK'ni ıslah programlarında dört şekilde kullanırlar: (i) geleneksel ıslah yöntemlerinde kullanılacak ön ıslah materyallerinin geliştirilmesinde, (ii) çeşitli kalite özellikleri ve biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılık kaynağı olarak genetik stokun geliştirilmesinde, (iii) melezlerin geliştirilmesinde erkek kısırılığa yönelik BGK'nın karakterizasyonu ve tanımlanmasında, (iv) ilgi konusu genin farklı genetik kaynaklarından aktarılması yoluyla modern çeşitlerin geliştirilmesinde (Salgotra, 2012). Ayrıca BGK ıslah popülasyonundaki genetik çeşitliliği artırmak, çeşitlerin darboğazlarını azaltmak için genlerin dahil edilmesinde ve hibritlerin (yani kompozitler veya sentetikler) geliştirilmesinde kullanılır.

Dünya nüfusu arttıkça BGK'na olan talepte artmaktadır. Sürdürülebilir gıda güvenliği için bu değerli kaynakların ve genetik çeşitliliğinin korunmasına, sürdürülmesine ihtiyaç vardır. Ancak

iklim değişikliği, habitat kaybı, parçalanma, bozulma, aşırı kullanım, istilacı türler, sürdürülemez hayvancılık ve kirlilik nedeniyle BGK tehdit altındadır. Ekonomik önemi olan damarlı bitkilerin %20'sinden fazlasının nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıyadır ve beş bitki türünden birinin tehdit altında olduğu tahmin edilmektedir (Antonelli, 2020). Mevcut ve gelecekteki küresel zorlukların üstesinden gelebilmek için BGK'nın sürdürülebilir bir şekilde toplanması, korunması ve kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde, BGK'nın korunması küresel ve ulusal bir öncelik haline gelmiştir (DEFRA UK, 2007; CBD 2012). Bitkisel üretimi güvence altına almak, herkes için gıda güvenliği, yeterli beslenme ve istikrarlı geçim koşulları için BGK'nın korunması gerekir (Ferranti, 2023). Genetik kaynakların korunmasının esas amacı, bir taksonun mümkün olan maksimum genetik çeşitliliğinin korunmasını ve kullanıma hazır olmasını sağlamaktır. Koruma bitki genetik kaynaklarının şimdiki ve gelecek nesiller tarafından kullanılabilir olmasını mümkün kılar. Korumaya yönelik benimsenen iki temel yaklaşım *in-situ* ve *ex-situ* yöntemleridir. İki yaklaşım birbirini tamamlar. Bitkiler *in-situ* muhafazada buldukları doğal ortamlarında yerinde korunurken hem doğaya hem de topluma aynı anda fayda sağlayacak şekilde ekosistemlerde varlıklarını sürdürebilirler. *Ex-situ* muhafaza hedef bitki türlerinin toplanması ve buldukları yaşam ortamları dışında tohum bankaları, arazi gen bankaları, *in vitro* muhafaza, kryo bankaları, polen bankaları ve DNA bankaları gibi farklı ortamlarda korunmasıdır. *Ex-situ* muhafazada hangi koruma tekniğinin kullanılacağına seçiminde belirleyici olan muhafaza edilecek bitki türünün tohum depolama davranışına ve çoğalma gereksinimlerine bağlıdır (Maxted, 1997).

***Ex-situ* muhafaza teknikleri**

Tohum bankaları: Tohumlar düşük nem içeriğine kadar kurutularak canlılıklarını kaybetmeden düşük sıcaklıkta depolanırlar. Tohum bankaları korumaya yönelik *ex-situ* yaklaşımda en yaygın olarak kullanılan tekniklerdendir. Bu teknik kurutulduğunda ve düşük sıcaklıklarda depolandığında canlılığını kaybetmeyen

ortodoks tohumlu bitki türlerinin büyük bir kısmı için uygundur. Tohumlar -20°C sıcaklığındaki soğuk odalara konmadan önce %5-6 nem içeriğine kadar kurutulurlar. Tohum bankacılığının diğer *ex-situ* koruma yöntemlerine göre depolama kolaylığı, yerden tasarruf, nispeten düşük iş gücü talepleri ve sonuç olarak çok sayıdaki tohum örneklerini ekonomik olarak uygun bir maliyetle muhafaza etme kapasitesi gibi önemli avantajları vardır. Kısa, orta ve uzun vadeli güvenli depolama olanağı sağlarken, geniş bir çeşitliliği koruyabilen, germplazmın kullanımı ve değişimi için uygun bir formdur. Ancak nadiren tohum üreten veya klonal olarak çoğaltılan inatçı tohumlu bitkilerin (rekalsitran) depolanmasına uygun değildir (Rao, 2006; FAO, 2014).

Arazi gen bankaları: Vejetatif olarak üretilen meyve-bağ gibi çok yıllık bitkiler ve ağaç türleri de dahil olmak üzere, tohum olarak saklanması zor veya imkansız olan türlerin korunmasında kullanılırlar. Uzun yaşam döngüsüne sahip meyve-bağ genetik kaynakları materyalinin arazi gen bankasında tutulması araştırma ve ıslahta değerlendirme kolaylığı sağlar. Ancak bir arazi gen bankasının koruması yapılacak tür için uygun iklim ve toprak koşullarına sahip olması gerekir. Arazi gen bankasında korunan türlerin bakımı, hastalık ve zararlı kontrollerinin yapılması ve izlenmesi gerekir. İklim koşullarından etkilenebilen canlı koleksiyonların korunmasında büyük emek ve girdiye, geniş arazi koşullarına ihtiyaç vardır (FAO, 2014).

In vitro muhafaza: Bitki genetik kaynaklarının *in vitro* prosedürler kullanılarak, yavaş büyüme koşullarında saklanmasıdır. Korumanın yanında araştırma ve gözlem için kullanım kolaylığı sağlar. Ancak yüksek bakım maliyeti ve uzun süreli koruma için uygun değildir (Hawkes, 2000).

Kryo banka: Vejetatif olarak çoğaltılan yada rekalsitran tohuma sahip bitki genetik kaynaklarının ultra soğuk koşullarda; sıvı azot içinde -196°C 'de ya da -196°C ve -130°C arasında azotun buhar fazında gerçekleştirilen koruma yöntemidir. Bu sayede tüm metabolik süreçler ve hücre bölünmeleri durdurulur uzun süreli koruma gerçekleşir. Yöntem, sınırlı alan gereksinimleri ve bitki materyalinin düzenli olarak

yenilenmesine gerek olmaması nedeniyle uygun maliyetlidir. Ancak her tür için kriyoprezervasyon protokolleri geliştirilmelidir. Bu nedenle, herhangi bir yeni bitki materyali için optimize edilmesi gerekir (Fiona, 2021).

Polen muhafaza: Erkek ve dişi çiçeklenme zamanları arasındaki boşluğu kapatmak ve meyve bahçelerinde meyve tutulumunu iyileştirmek için ıslah programlarında kullanılır. Polen depolama aynı zamanda germplazmın nükleer genlerini de korur. Ancak birçok türün poleni depolanamaz ve sadece babadan gelen materyal korunmuş olur. Polen, klasik saklama koşullarında muhafaza edildiğinde nispeten kısa bir süre yaşar (Dinato ve ark., 2020).

DNA bankası: Genetik kaynaklarının korunmasında gelişmekte olan bir tekniktir. DNA bankacılığı genetik bilginin korunmasında etkili, basit ve uzun vadeli bir yöntemdir. Ancak gen izolasyonu, klonlanması ve DNA'nın bir bitkiye geri aktarılmasıyla ilgili sorunlar vardır. Standart depolama protokolleri geliştirilmelidir (Van Treuren ve Van Hintum, 2014).

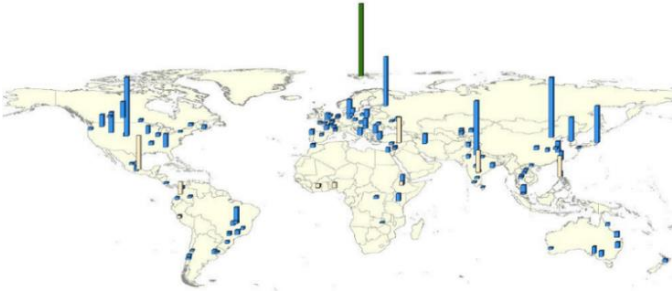
Gen bankalarının önemi

Ex-situ muhafazada hangi koruma tekniği kullanılırsa kullanılsın gen bankaları, genetik materyalin güvenli bir şekilde muhafaza edildiği, kataloglandığı, daha besleyici, verimli ve dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi için bilim adamlarının ve ıslahçıların kullanımına sunulduğu teknik tesislerdir. Gen bankaları, gelecekteki mahsul iyileştirmeleri için tarımsal bir miras olarak BGK'yı korumak gibi uzun vadeli bir misyona sahiptir. Gen bankaları, yerel çeşitler ve kültür çeşitlerinin yabani akrabaları arasındaki mevcut genetik çeşitliliğin korunmasında çok önemli bir rol oynamaktadırlar. Gen bankaları, sahip oldukları inanılmaz zenginlikteki ürün çeşitliliği nedeniyle henüz kullanılmamış potansiyellerle doludurlar ve gen bankalarında tutulan materyaller, özel bakım ve teknik uygulamalar gerektiren canlı kaynaklardır (Plucknett ve Smith, 2016). Günümüz gen bankaları tarımsal biyolojik çeşitliliğinin korunmasının yanında, orman ve yabani türlerin korunmasına da giderek daha fazla önem vermektedir. Gen bankaları uzun vadeli sürdürülebilirliği garanti altına alırken, bu çeşitliliği bilimsel olarak standartlaştırılmış, sistematik ve

uygun maliyetli bir şekilde ıslahçıların ve araştırmacıların kullanımına sunmaktır. Erişim kolaylığı ıslahçıları ürün iyileştirme programlarında genetik kaynaklardan yararlanmaya teşvik etmektedir.

Dünyadaki gen bankalarının durumu

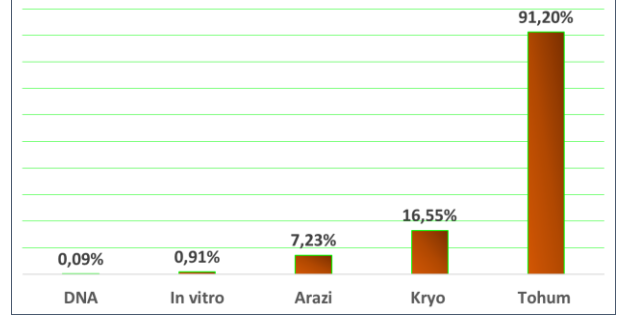
Şu anda dünya genelinde 1750'den fazla bireysel gen bankası bulunmaktadır. Bunlardan 130 gen bankasının her birinde 10.000 den fazla genetik materyal muhafaza etmektedir (FAO, 2010). Gen bankaları tüm kıtalarda bulunmasına karşın, en az Afrika kıtasında olduğu görülmektedir (Şekil 1). 2010 yılında yayınlanan FAO'nun Gıda ve Tarıma Yönelik Bitki Genetik Kaynaklarına İlişkin Dünya İkinci Durum Raporuna göre gen bankalarında muhafaza edilen materyal sayısı yaklaşık 7,4 milyon dur. 2024 yılı gen bankalarının web sitelerindeki verilerine göre muhafaza edilen materyal sayısında artış olduğu görülmektedir. Örneğin İngiltere'deki Milenyum Tohum Bankasında 2,4 milyar tohum örneği, Almanya Federal *Ex-situ* Gen Bankasında 151.348 adet tohum örneği ve Rusya Bitki Genetik Kaynakları Enstitüsünde (VIR) 327 bin 941 adet materyal muhafaza edilmektedir.



Şekil 1. 10.000'den fazla materyale sahip gen bankalarının coğrafi dağılımı.

Figure 1. Geographic distribution of genebanks holding more than 10,000 accessions (FAO, 2010).

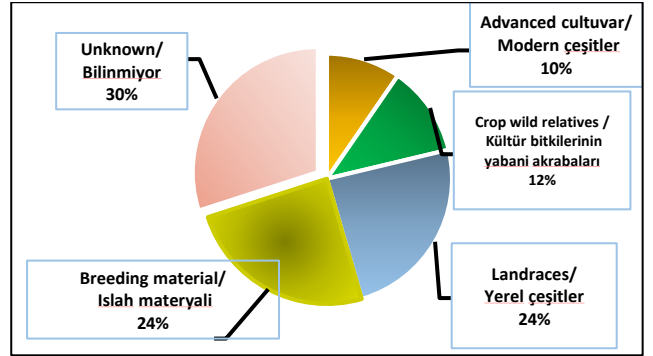
Dünya genelindeki gen bankaları türler ve sahip oldukları olanaklar açısından çok geniş bir yelpazede yer almaktadır. Tohum gen bankaları bitki biyolojik çeşitliliğinin *ex-situ* korunmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Gen bankalarında muhafaza edilen materyalin %90'ı tohum olarak muhafaza edilmektedir. Tohum gen bankacılığı bitki genetik kaynaklarının *ex-situ* korunmasında en yaygın olarak uygulanan yöntemdir (Şekil 2).



Şekil 2. Gen Bankalarında muhafaza edilen materyalin durumu (FAO, 2021a).

Figure 2. Status of material preserved in genebanks (FAO, 2021a).

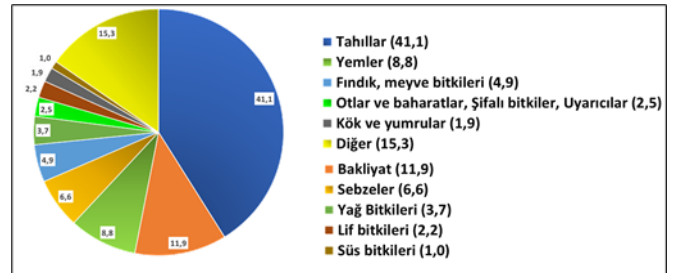
Gen Bankalarında muhafaza edilen materyalin biyolojik durumuna bakıldığında yerel çeşitlerin %24, ıslah materyalinin %24, kültür bitkilerinin yabancı akrabalarının %12, modern çeşitlerin %10 oranında olduğu görülmektedir. Muhafaza edilen %30 oranındaki materyalinde biyolojik durumu bilinmemektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Gen bankalarında muhafaza edilen materyalin biyolojik durumu (FAO, 2021).

Figure 3. Biological status of material preserved in genebanks (FAO, 2021).

Gen Bankalarında muhafaza edilen materyalin türlere göre dağılımına baktığımızda %41,1 lik oran ile tahılların birinci sırada olduğu bunu sırasıyla yemlik dane baklagiller, yem bitkilerinin izlediği görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Gen bankalarında bitki gruplarına göre muhafaza edilen materyal (FAO, 2023).

Figure 4. Contribution of crop groups to genebank collections (FAO, 2023).

Türkiye’deki bitki genetik kaynakları çalışmaları

Türkiye iklim, topografya ve toprak gibi çeşitli çevresel koşullar sayesinde önemli gen merkezlerinden biri olup birçok bitkinin anavatanı konumundadır. Aynı zamanda bitkilerin ilk evcilleştirildiği bölgede yer almaktadır (Güner, 2012; Karagöz ve Muminjanov, 2019). Türkiye’de genetik kaynakları çalışmaları ve tarımsal araştırmalar 1920’li yıllarda, Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşunun hemen ardından, o dönemdeki acil gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla başlatılmıştır. Nüfusun %80’i kırsal kesimde yaşadığından çiftçilerin görüp, örnek alabilecekleri “bilimsel araştırmalar yapan” modern, pratik Tarım Merkezleri kurulmuştur. Türkiye’de ilk açılan araştırma enstitüsü 13 Aralık 1925 tarihli Kararname ile İslah-ı Büzür adıyla Eskişehir’de kurulan Saz ova Tohum İslah İstasyonudur. Bu kurumla birlikte anılan Emcet Yektaş ülkemizin yetiştirdiği önemli bitki ıslahçıların başında gelmektedir (Altay, 1989). Bu yıllarda bitki genetik kaynakları konusunda uluslararası alanda çalışan bilim adamları ile birlikte birçok ortak toplama çalışmaları yürütülmüştür. 1925-1927 yılları arasında Rus bilim adamı PM. Zhukovsky ve Mirza Gökgöl birlikte tohum örnekleri toplamışlardır (Karagöz, 2020). Daha sonra Yeşilköy Tohum İslah ve Deneme İstasyonuna kurucu müdür olarak atanan Mirza Gökgöl (Gökgöl ve Taşan,1970) 1925-1950 yılları arasında Tarım Bakanlığının desteğiyle buğday başta olmak üzere tahıllarda yoğunlaşarak Türkiye’nin dört bir yanından tohum toplamıştır. Bu çalışmalarını iki ciltlik “Türkiye Buğdayları” kitabında yayınlamıştır (Gökgöl, 1935; 1939). Bunun dışında 1948-1949 yıllarında Harlan, 1984 yılında Damania ve 1993-1994 yıllarında Zannata Türk araştırmacılar ile birlikte ülkemizde önemli toplamalar gerçekleştirmişlerdir (Kan ve ark., 2017).

Bitki genetik kaynaklarının sistematik olarak toplanması ve bilimsel olarak muhafazası 1960’lı yıllarda Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ile imzalanan bir anlaşma ile kurulan Bitki Araştırma ve İntrodüksiyon Merkezinde yapılmıştır. Daha sonra adı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) olarak değişen bu merkezde başlatılan çalışmalar kesintisiz

olarak günümüzde de yürütülmektedir. 1972 yılında ETAE’ de uluslararası standartlarda ülkemizin ilk tohum gen bankası kurulmuştur. 2010 yılında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde uluslararası standartlarda Türkiye Tohum Gen Bankası adıyla ikinci tohum gen bankası faaliyete alınmıştır. Her iki tohum gen bankası koleksiyonlarındaki materyalin emniyet yedeklerini karşılıklı olarak birbirlerine göndermektedir.

Meyve-bağ genetik kaynaklarının muhafazası ise Tarım Bakanlığı bünyesindeki kamu kuruluşlarının ve ziraat fakültelerinin saklama bahçelerinde 1930’lu yıllardan itibaren yapılmaya başlanmış, günümüzde Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne (TAGEM) bağlı 18 araştırma enstitüsünde devam etmektedir. Arazi Gen Bankaları buldukları ekolojide uygun olarak meyve-bağ genetik kaynaklarının muhafazasının sorumluluğunu paylaşmaktadırlar. Türkiye’nin BGK çalışmaları 1976 yılında Ulusal Bitki Genetik Kaynakları Araştırma Projesi çerçevesinde yeniden düzenlenmiştir. Ulusal programın amacı, Türkiye’nin mevcut bitki ve mantar genetik kaynakları çeşitliliğinin bugün ve gelecek nesiller için araştırılması, toplanması, korunması (*ex-situ* ve *in-situ*), değerlendirilmesi ve kullanılmasıdır. Ulusal program kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı içinde yer alan tüm kuruluşlar BGK konusunda koordineli olarak çalışmaktadır.

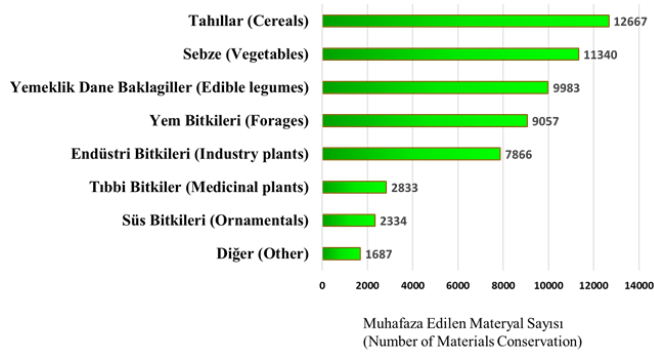
Ulusal Tohum Gen Bankası (UTGB)

Gen bankalarının temel amacı, bitki genetik kaynaklarının doğal ortamları dışında mevcut veya gelecekteki kullanım için korunması ve yönetimidir. Her ne kadar tüm türler gen bankalarında teorik olarak korunabilse de, geleneksel olarak gen bankaları, nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan türler ile insan varlığının temelini oluşturan türlerin gen bankalarında muhafazasına öncelik verir. UTGB 1970’li yılların başında tasarlanmış uzun vadeli tohum depolama tesisidir. UTGB koruma misyonunun temel amacı yararlı ve tehdit altındaki türlere öncelik vererek Türkiye’nin sahip olduğu bitki genetik çeşitliliğini korumaktır. UTGB’nin koleksiyonu Türkiye’den toplanmış yerel çeşitler, bunların yabancı akrabaları, ekonomik öneme sahip yabancı bitkiler ve doğal

florada mevcut diğer bitki türleri ile ülkemizde tescil edilen kültür çeşitleri ve üstün nitelikleri belirlenmiş ıslah hatlarından oluşmaktadır. Koleksiyonlarının emniyet yedekleri Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Türkiye Tohum Gen Bankasında muhafaza edilmektedir (Aykas, 2016).

UTGB koleksiyonları bitki gruplarına göre incelendiğinde 12667 adet tohum örneği ile tahıllar grubunun birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Tahıllardan sonra sırasıyla sebze (11340 adet), yemeklik dane baklagiller (9983 adet), yem bitkileri (9057 adet), endüstri bitkileri (7866 adet), tıbbi ve aromatik bitkiler (2833 adet), ve süs bitkileri (2334 adet) grupları gelmektedir (Şekil 5).

İlk 3 sıradaki bitki grupları incelendiğinde tahıllarda buğdayın, sebzede biberin, yemeklik dane baklagillerde fasulyenin birinci sırada yer aldığı görülmektedir (Şekil 6).



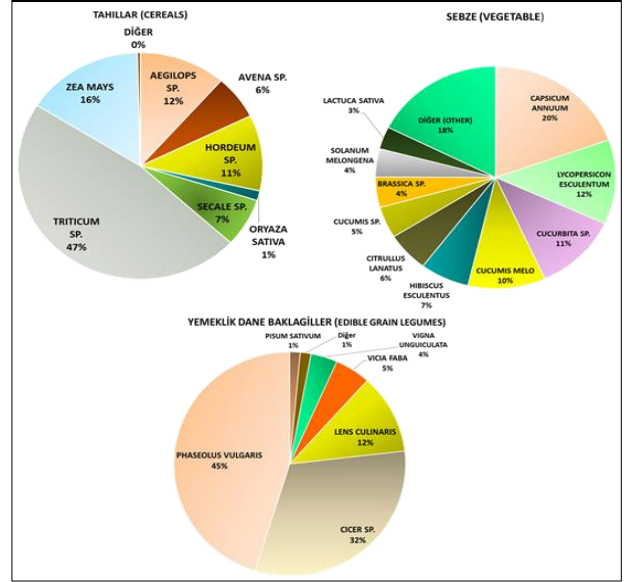
Şekil 5. Bitki gruplarına göre Ulusal Tohum Gen Bankası aksesyonları.

Figure 5. Contribution of crop groups to National Seed Genebank accessions.

Tahıllar: UTGB’da tahıllar grubunda en fazla tohum örneğine sahip tür %47 oranla *Triticum* sp. dir. Bunu %16 oranla *Zea mays*, %12 oranla yabani buğday türleri, %11 oranla *Hordeum* sp. %7 oranla *Secale* sp. %6 oranıyla *Avena* sp. ve %1 oranıyla *Oryza sativa* gelmektedir.

Sebze: UTGB’da sebze grubunda en fazla tohum örneğine sahip bitki türü %20 oranla *Capsicum* sp. dir. Bunu %12 oranla *Lycopersicon esculentum*, %11 oranla *Cucurbita* sp. %10 oranla *Cucumis melo*, %7 oranla *Hibiscus esculentus* %6 *Citrullus lanatus*, %5 *Cucumis* sp. %4 *Brassica* sp. ve *Solanum melongena*, %3 *Lactuca sativa* izlemektedir.

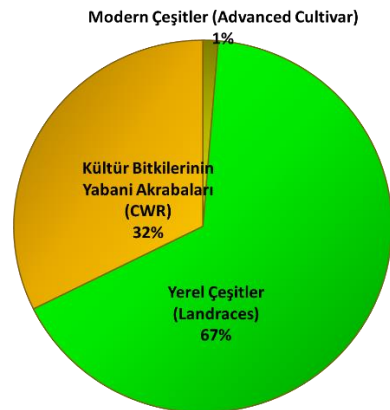
Yemeklik dane baklagiller: UTGB’da %45 oranla en fazla tohum örneğine sahip bitki türü *Phaseolus vulgaris* dir. %32 oranla *Cicer* sp. %12 oranla *Lens culinaris*, %5 oranla *Vicia faba*, %4 oranla *Vigna unguiculata* ve *Pisum sativum* izlemektedir.



Şekil 6. Ulusal Tohum Gen Bankası Tahıl, Sebze ve Yemeklik Dane Baklagiller genetik kaynakları.

Figure 6. National Seed Genebank Cereal, Vegetable, and Edible Grain Legume genetic resources.

UTGB de muhafaza edilen yerel çeşit tohum örneklerinin koleksiyon içindeki oranı %67’ dir. Doğal floradan toplanan tohum örneklerinin oranı ise %32’dir. Modern çeşitler %1’lik bir orana sahiptir. Şekil 7’de sunulmuştur.



Şekil 7. Ulusal Tohum Gen Bankası Koleksiyonları biyolojik durumu.

Figure 7. Biological status of National Seed Genebank Collections.

Ulusal Gen Bankası koleksiyonlarının kullanımı

UTGB'da muhafazaya alınan tohum örnekleri ikiye ayrılır ve iki set halinde saklanır. Bir seti gelecek nesillerin kullanımı için korunur ve dağıtımına kapalıdır. Diğer seti dağıtımına açık olup, her türlü araştırma, bitki ıslahı gibi çalışmalarda kullanılır. Uluslararası dağıtım standartlarına göre canlılık ve miktar açısından materyalin dağıtımına uygun olması gerekir. Tohumlar gönderilmeden önce imzalanan Materyal Transfer Anlaşmasına göre, tohum örneklerinin kullanıldığı araştırmanın sonuçları geri bildirim bilgisi olarak talep edilir. Dağıtımına uygun olmayan tohum örnekleri, popülasyon yapısı bozulmadan ve dölleme biyolojileri dikkate alınarak yenilenir. Bu süreçte, üretilen örneklerin orijinal popülasyonla aynı nitelikleri olmaları sağlanır (Aykas, 2016). UTGB'da muhafaza edilen tohumların kurutulmuş bitki örnekleri Uluslararası Herbarium indeksine IZ kodu ile kayıtlı olan ETAE herbariumunda muhafaza edilir. UTGB'da muhafaza edilen materyaller için oluşturulan veri tabanında materyallerin toplama, muhafaza, dağıtım, karakterizasyon ve değerlendirme verileri bilgisayar ortamına kolay erişim için aktarılır.

SONUÇ

Gen bankaları koleksiyonları, ıslah çalışmaları sırasında iklimle ilgili çeşitli streslere dayanmak için gerekli olan geniş adaptasyon kapasitesini potansiyel olarak kazandıran geniş genetik çeşitliliğe sahip son derece değerli bir kaynaktırlar. Ancak bu büyük potansiyele rağmen ıslah programlarının başarısı ve sürdürülebilirliği, en uygun genetik materyali

seçebilme yeteneğine bağlıdır. Bununla birlikte, çoğu gen bankasında korunan germplazm yeterince tanımlanmamış ve değerlendirilmemiştir ve fonksiyonel varyasyonu büyük ölçüde bilinmemektedir (Nguyen ve Norton, 2020). Bu olgu, bu tür genetik materyalin ıslah çalışmalarında etkili bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktadır. Moleküler ve fenotipik analizler yoluyla, popülasyonlar ve türler arasındaki ve içindeki fonksiyonel özellik çeşitliliğine ilişkin bilgiler elde edilebilmektedir. Gen bankaları, genom bilimindeki ilerlemelerden yararlanmak için hem teknik hem de altyapısal kapasitelerini giderek daha fazla geliştirmektedirler ve böylece koleksiyonların potansiyel genetik değeri ortaya çıkmaktadır. Bu sadece genetik olarak uygun bitki materyalinin seçilmesine değil, aynı zamanda doğru tohum kaynaklarının belirlenmesine de yardımcı olmaktadır.

Ülkemizdeki hem tohum hem de arazi gen bankalarında korunmakta olan materyallerin kullanımlarını teşvik etmek ve genetik kaynakların dinamik yönetimi içinde bitki genetiği ve genomu, moleküler fenotipleme (örn. transkriptomik ve metabolomik) gibi en son yaklaşımlar kullanılmalıdır. Optimize edilmiş veri tabanları ile genetik kaynakları verilerinin yönetimini kolaylaştırılmalı, genetik çeşitlilik hakkında yeni bilgiler üretilebilmelidir. Bunun için gen bankalarının altyapısı, günümüz değişen koşullarına uyumlu hale getirilmelidir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Altay, F. 1989. Modern Türk Tohumculuğu' nun Babası: C. Emcet Yektay. TOK –Tarım Orman ve Köyişleri Dergisi. Sayı 41, Ankara.
- Antonelli, A, C. Fry, R.J. Smith, M.S.J. Simmonds et al. 2020. State of the world's plants and fungi. Royal Botanic Gardens, Kew. <https://doi.org/10.34885/172>.
- Aykas, L., N. Taş, N. Adanacioğlu, E. Oğur ve U. Özer. 2016. Ulusal tohum gen bankası. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 26 (2): 44–50.
- CBD. 2012. Global strategy for plant conservation: 2011–2020. Botanic Gardens Conservation International, Richmond.
- DEFRA UK. 2007. Conserving biodiversity—the UK approach. DEFRA Publications.
- Dinato, N.B., I. Santos, B. Vigna, A. Paula, and A. Fávero . 2020. Pollen cryopreservation for plant breeding and genetic resources conservation. CryoLetter. 41(3): 115-127.
- Duvick, D.N. 1986. Plant breeding: Past achievements and expectations for the future. Econ. Bot. 40:289–297. doi: 10.1007/BF02858986.

- FAO. 2010. The second report on the state of the World's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO. 2021. WIEWS-World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture <https://www.fao.org/wiews/data/ex-situ-sdg-251/en/2021>.
- FAO. 2023. Draft third report on the state of the World's plant genetic resources for food and agriculture. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d0cd9cd6-3fe5-46b8-9353-0fa093a054d0/content>.
- FAO.2014. Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Ferranti, P. 2023. Sustainable Food Science Elsevier Inc., eBook ISBN: 9780128241660
- Ferranti, P., E. Berry, and A. Jock. 2019. Encyclopedia of Food Security and Sustainability. Elsevier Inc., eBook ISBN:9780128126882.
- Fiona, H., R. Sershen.2021. New technologies to improve the *ex-situ* conservation of plant genetic resources, Burleigh Dodds Science Publishing Cambridge. 2021.
- Gökgöl, M. ve R. Taşan. 1970. Yeşilköy Zirai Araştırma Enstitüsü kuruluşu ve gelişmesi (1926-1961) (Özel basım).
- Gökgöl, M.1935. Türkiye buğdayları, Tom I (Türkiye Buğdayları-Die türkischen Weizen, Cilt I). Tarım Bakanlığı, İstanbul-Yeşilköy Tohum Islah Enstitüsü Yayını, No: 7 (Tarım Min. İstanbul- Yeşilköy Tohum Islah Enstitüsü Yayını 7). Devlet Matbaası İstanbul (Türkçe, Almanca özetli)
- Gökgöl, M.1939. Türkiye buğdayları. Tom II (Türkiye'nin Buğdayları-Die türkischen Weizen, Cilt II). Tarım Bakanlığı, İstanbul-Yeşilköy Tohum Islah Enstitüsü Yayını, No. 14 (Tarım Dak. İstanbul- Yeşilköy Tohumculuk Enstitüsü Yayını 14) Ankara, (Türkçe, Almanca özetli)
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, ve M. T. Babaç. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul. 1290 s.
- Hawkes, J. G., N. Maxted, and B.V. Ford-Lloyd. 2000. The Ex-Situ Conservation of Plant Genetic Resources. Springer Dordrecht, <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4136-9>.
- Kan, M., M. Küçükçongar, A. Morgounov, M. Keser, F. Özdemir H. Muminjanov ve C. O. Qualset. 2017. Türkiye'de yerel buğday popülasyonlarının durumu ve yerel buğday üreten üreticilerin üretim kararlarında etkili olan faktörlerin belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 34 (2): 54-64.
- Karagöz, A. 2020. Mirza Gökgöl: Bitki bilimcisi, tohum toplayıcı, ziraat mühendisi, yetiştirici ve arkeo-botanikçi. Ekin J. 6(1):1-10.
- Karagöz, A., H. ve H. Muminjanov. 2019. Türkiye'nin Biyoçeşitliliği: Genetik Kaynakların Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemlerine Katkısı. FAO, Ankara. 222 s.
- Maxted, N., B.V. Ford-Loyd, and J.G. Hawks. 1997. Complementary conservation strategies. pp. 15-39. In: N. Maxted, B.V. Ford-Lloyd, and J.G. Hawks (Eds). Plant Genetic Conservation: the *In-situ* Approach. Chapman & Hall, Padstow, UK.
- Nguyen, G. N.,and S. L. Norton.2020. Genebank phenomics: a strategic approach to enhance value and utilization of crop germplasm. Plants 9(7):817. <https://doi.org/10.3390/plants9070817>.
- Plucknett, D., and N. Smith. 2016. Gene Banks and the World's Food. Princeton Legacy Library. 264 p. ISBN: 9780691638225.
- Rao, N.K., J. Hanson, M.E. Dulloo, K. Ghosh, A. Nowell, and M. Larinde. 2006. Manual of seed handling in genebanks. Handbook for Genebanks No. 8. 147 p. Bioversity International, Rome, Italy.
- Salgotra, R.K., B.B. Gupta, and M. I. Ahmed. 2012. Characterization of thermo-sensitive genic male sterility (TGMS) rice genotypes (*Oryza sativa* L.) at different altitudes. Australian Journal of Crop Science 6:957-962.
- Van Treuren, R., and T. J. L. van Hintum. 2014. Next-generation genebanking: plant genetic resources management and utilization in the sequencing era, Plant Genet.Resour. 12(3): 298-307.