

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) "IZ" Herbariumu'nun Revizyonu ve Dijitalleştirilmesinin Türkiye Florası'na Katkısı

Erdinç OĞUR* 

*Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE

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

*Corresponding author (Sorumlu yazar): erdincogur@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 02.03.2026 Accepted (Kabul tarihi): 05.06.2026 Online: 29.06.2026

ÖZ: Herbariumlar; bitki çeşitliliğinin belgelenmesi, korunması ve bilimsel araştırmalara temel veri sağlaması açısından kritik öneme sahip koleksiyonlardır. Dünya Herbarium İndeksi'nde (Index Herbariorum) "IZ" kısaltması ile kodlanan Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) Herbariumu, 1964 yılında Ulusal Tohum Gen Bankası bünyesinde çalışmalarına başlamış, uluslararası standartlarda kurutulmuş bitki örneklerinin muhafaza edildiği bir birimdir. IZ Herbariumu, özellikle tarımsal önemi olan bitki türlerine ait örnekleri barındırması yönünden ayrıcalıklı bir konumdadır. Dr. Mirza Gökgöl'ün 1930'lu yıllarda Türkiye genelinden topladığı buğday - arpa koleksiyonunu ve Ulusal Gen Bankası'ndaki tohum örneklerine ait herbarium materyallerini içermesi, IZ herbariumuna özgün bir nitelik kazandırmaktadır. Bu çalışmada, "IZ" Herbariumu'nda yürütülen revizyon, zenginleştirme ve dijitalleştirme çalışmalarının sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, mevcut herbarium örnekleri ile arazi çalışmaları sonucu toplanan bitki materyalleri, uluslararası standartlara uygun biçimde teşhis edilerek kartonlara monte edilmiş ve kontrollü koşullarda muhafaza altına alınmıştır. Ayrıca, teşhisi tamamlanan örneklerin yüksek çözünürlüklü görüntüleri alınarak TAGEM Dijital Herbariumu'na aktarılmıştır. Güncel kayıtlar, IZ Herbariumu'nda muhafaza edilen örnek sayısının 70 ilimizden toplanan yaklaşık 37.000 adede ulaştığını; koleksiyonun 145 familya, 517 cins ve 1.520 taksonu kapsadığını ortaya koymaktadır. Koleksiyonda en yüksek temsil oranına sahip familyalar sırasıyla Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Liliaceae, Rosaceae ve Brassicaceae'dir. Daha önce teşhisi yapılmamış örneklerin tanımlanması ve geçmiş yıllarda toplanmış materyalin güncel taksonomik yaklaşımlar doğrultusunda yeniden değerlendirilmesi, Türkiye florasının belgelenmesine önemli katkılar sağlamıştır. Dijitalleştirme çalışmaları ile herbarium verilerinin erişilebilirliği artırılmış ve bilimsel araştırmalar için sürdürülebilir bir veri altyapısı oluşturulmuştur. Tüm bu veriler ışığında, ETAE 'IZ' Herbariumu'nun, ulusal bitki genetik kaynaklarının muhafazası ve floristik çalışmaların yürütülmesinde stratejik bir merkez olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: ETAE, IZ Herbarium, dijital herbarium, taksonomi, flora, Türkiye.

Revision and Digitization of the Aegean Agricultural Research Institute (AARI) "IZ" Herbarium and Its Contribution to the Flora of Türkiye

ABSTRACT: Herbaria are essential collections for documenting and conserving plant diversity, providing vital data for scientific research. The Aegean Agricultural Research Institute (AARI) Herbarium, registered with the code "IZ" in the Index Herbariorum, commenced its operations in 1964 with the establishment of the National Seed Gene Bank and serves as a facility where dried plant specimens are maintained according to international standards. The IZ Herbarium holds a special position, especially for its collection of agriculturally important plant species. The IZ herbarium is distinguished by its unique collection, which encompasses wheat and barley samples gathered by Dr. Mirza Gökgöl across Türkiye in the 1930s, as well as herbarium specimens corresponding to seed accessions in the National Gene Bank. This study evaluates the results of the revision, enrichment, and digitization efforts at the IZ Herbarium. Within the scope of this work, both existing herbarium specimens and plant materials collected through field studies were identified in accordance with international herbarium standards, mounted on herbarium sheets, and placed under controlled storage conditions. In addition, high-resolution images of these specimens were recorded and transferred to the TAGEM Digital Herbarium. According to current records, the IZ Herbarium now contains approximately 37,000 specimens collected from 70 provinces. These specimens represent 145 families, 517 genera, and 1,520 taxa. The most highly represented families are Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Liliaceae, Rosaceae, and Brassicaceae. The identification of previously undetermined specimens and the re-evaluation of historical material in line with current taxonomic approaches have significantly contributed to the documentation of the flora of Türkiye. Digitization has made herbarium data more accessible, creating a sustainable infrastructure for scientific research. In light of all these data, it is evident that the AARI "IZ" Herbarium serves as a strategic center for the conservation of national plant genetic resources and the conduct of botanical studies.

Keywords: AARI, IZ Herbarium, digital herbarium, taxonomy, flora, Türkiye.

This work is licensed under CC BY-NC-ND 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



GİRİŞ

Bitkiler, ekosistemlerin temel bileşenleri olup besin zincirinin birincil üreticileri olarak tüm canlı yaşamının sürdürülebilirliğinde hayati rol oynarlar. Oksijen üretimi, karbon döngüsünün düzenlenmesi ve iklimsel denge gibi süreçlerde üstlendikleri işlevler, bitkisel biyoçeşitliliğin korunmasını küresel ölçekte stratejik bir konu haline getirmiştir. Doğadan kuralına uygun olarak toplanan bitkilerin, morfolojik özelliklerini kaybetmeden kurutulup herbaryum kartonlarına sabitlenmesiyle oluşturulan koleksiyonlara herbaryum denir. Herbaryum yapmanın çok farklı amaçları olsa da genel olarak; bitkiyi tanımak, bitkinin varlığını kanıtlamak, bitkiye ulaşılmasının mümkün olmadığı zamanlarda elde hazır materyal bulunmasını sağlamak, bir alanın florasını ortaya koyup tehlike altında olan tür ya da populasyonların korunmasını sağlamak olarak ifade edilebilir (Uma, 2010).

Anadolu, sahip olduğu coğrafi konum, topoğrafik çeşitlilik ve farklı iklim tipleri nedeniyle bitki çeşitliliği bakımından dünyanın önde gelen bölgelerinden biridir. Türkiye florasında yaklaşık 12.000 bitki taksonu bulunmakta ve bunların önemli bir bölümü endemik özellik göstermektedir (Güner ve ark., 2012). Bu zenginliğin doğru biçimde belgelenmesi ve korunması, ancak sistematik floristik çalışmalar ve herbaryum koleksiyonları aracılığıyla mümkündür.

Herbaryumların botanik araştırmalarında, özellikle koruma biyolojisi alanındaki kullanımları nispeten daha az bilinir ancak oldukça önemlidir. Son dönemde, tehdit altındaki türlerle ilgili daha kapsamlı bilgi sağlamak ve bu türlerin korunması ile yönetimine destek olmak amacıyla, herbaryumlarda bulunan birincil verilerden yararlanılmaktadır (Greve ve ark., 2016). Dünya üzerindeki bitkilerin dağılımları ve yaşam ortamlarıyla ilgili bilgilere herbaryumlardan ulaşılır. Bunun yanı sıra, bitkilerin taksonomik olarak tanımlanması ve isimlendirilmesi süreçlerinde, mevcut sorunlara bilimsel çözümler üretmek amacıyla bu koleksiyonlardan yararlanılır.

Türkiye'deki ilk herbaryum 1933'te Ankara Üniversitesi'nde açılmış olup, 2020 itibarıyla 34 ilde toplam 55 herbaryum bulunmaktadır. Herbaryumlar

1935'ten beri New York Botanik Bahçesi tarafından yönetilen "Index Herbariorum" sisteminde kayıt altına alınır. Bu bağlamda, Index Herbariorum'da IZ kodu ile kayıtlı olan Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETA) Herbaryumu (Index Herbariorum, n.d.), Türkiye'nin bitki genetik kaynaklarının korunması ve belgelenmesi açısından önemli bir altyapı sunmaktadır.

Dijitalleştirme, analog verilerin dijital ortama aktarılması ve bu verilerin erişilebilir hale getirilmesini kapsayan çok aşamalı bir süreçtir. Herbaryum koleksiyonlarının sayısallaştırılması sürecinde; bitki örneklerinin seçilmesi, her bir örneğe benzersiz tanımlayıcıların (barkod) atanması, etiket bilgilerinin veri tabanına aktarılması (transkripsiyon) ve bitki örnekleri ile etiketlerinin yüksek çözünürlüklü görüntülerinin elde edilmesi temel aşamaları oluşturmaktadır. Bu işlemler sonucunda, çevrim içi ortamda erişilebilen sanal bir herbaryum koleksiyonu oluşturulmaktadır (Pow, 2026).

Dijital herbaryum oluşturma süreci, birbiriyle ilişkili ve belirli standartlara dayalı aşamalardan oluşmaktadır.

İlk aşamada, herbaryum örnekleri fiziksel olarak dijitalleştirmeye uygun hâle getirilmiştir. Bu kapsamda örnekler sistematik biçimde düzenlenmiş, hasarlı veya eksik materyaller belirlenmiş ve gerekli koruyucu önlemler alınmıştır. Etiketlerin okunabilirliği ve bilgi bütünlüğü kontrol edilerek görüntüleme ve veri girişinde oluşabilecek hataların önüne geçilmiştir. Bu ön hazırlık süreci, dijital görüntüleme ve veri girişinin kalitesini doğrudan etkileyen kritik bir basamaktır (Natural History Museum, 2023).

Ardından her herbaryum örneğine, fiziksel koleksiyon ile dijital kayıtlar arasında ilişki kurulmasını sağlayan benzersiz bir barkod numarası atanmıştır. Bu barkodlar, örneklerin veri tabanı içerisinde izlenebilirliğini artırarak koleksiyon yönetimini kolaylaştırmıştır. Barkodlar, örneklerin fiziksel koleksiyon ile dijital kayıtlar arasında ilişkilendirilmesini sağlar ve veri tabanında örneklerin izlenebilirliğini artırır (Nelson ve ark., 2012).

Görüntüleme aşamasında herbaryum örnekleri yüksek çözünürlüklü fotoğraf sistemleri kullanılarak dijitalleştirilmiştir. Elde edilen görüntülerde bitki

materyali ile birlikte etiket bilgileri, barkod, renk skalası ve ölçek çubuğunun yer almasına özen gösterilmiştir. Bu unsurlar, renk doğruluğunun sağlanması ve örnek boyutlarının doğru şekilde değerlendirilmesi açısından gereklidir. Genellikle ham (RAW) formatlar uzun süreli arşivleme için saklanırken, JPEG gibi formatlar çevrim içi erişim için kullanılmaktadır (Nieva de la Hidalgo ve ark., 2020).

Görüntüleme aşamasının ardından, örnek etiketlerinde yer alan bilgiler dijital veri tabanına aktarılır. Bu süreçte tür adı, toplayıcı bilgileri, toplama tarihi ve lokalite gibi veriler manuel olarak metne dönüştürülür. Doğru ve eksiksiz veri girişi, dijital herbaryumların bilimsel araştırmalarda etkin biçimde kullanılabilmesi için büyük önem taşımaktadır (Blagoderov ve ark., 2012).

Görüntüleme işlemleri ardından, örnek etiketlerinde yer alan takson adı, toplayıcı bilgileri, toplama tarihi ve lokalite gibi veriler dijital veri tabanına aktarılmıştır. Veri girişleri, bilimsel çalışmalarda güvenilir kullanım sağlamak amacıyla dikkatle ve eksiksiz biçimde gerçekleştirilmiştir. Dijital herbaryumlar, ulusal ve uluslararası veri ağlarına entegre edilerek araştırmacıların, eğitimcilerin ve kamuoyunun kullanımına sunulmaktadır. Bu sayede herbaryum koleksiyonlarının görünürlüğü artmakta ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmalar desteklenmektedir (Page et al., 2015).

Bu çalışmanın amacı, İZ Herbaryumu'nda yürütülen revizyon, zenginleştirme ve dijitalleştirme çalışmalarının sonuçlarını ortaya koymak ve bu çalışmaların Türkiye florasına sağladığı katkıları değerlendirmektir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın materyalini, ETAİ İZ Herbaryumu'nda muhafaza edilen mevcut herbaryum örnekleri ile enstitü bünyesinde ve diğer araştırma kuruluşlarıyla iş birliği içinde yürütülen arazi çalışmaları sonucunda toplanan bitki örnekleri oluşturmaktadır. Çalışma süresince 37.000 örnek değerlendirilmiş ve yeni toplanan materyallerin eklenmesiyle de koleksiyon düzenli olarak güncellenmiştir.

Bitki Teşhisi ve Taksonomik Değerlendirme

Yeni bitki türlerinin büyük bir kısmı, çoğunlukla yalnızca morfolojik özelliklere dayanarak tanımlanmakta ve bu süreçte diğer kanıt türlerinden yararlanılmamaktadır. Bu nedenle, iyi düzenlenmiş ve özenle hazırlanmış herbaryum örnekleri, yeni türlerin tanımlanması ve teşhisinde kritik bir rol oynamaktadır.

Arazi çalışmalarında toplanan bitki örnekleri, standart herbaryum tekniklerine uygun olarak preslenmiş, kurutulmuş ve etiketlenmiştir (Seçmen ve ark., 2008). Örneklerin teşhisi, öncelikle morfolojik karakterler (vejetatif ve generatif organlar) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Teşhis sürecinde yaprak, gövde, çiçek, meyve ve tohum özellikleri ayrıntılı biçimde incelenmiş; gerekli durumlarda stereo ve ışık mikroskobu kullanılarak küçük morfolojik yapılar değerlendirilmiştir (Oğur, 2021).

Taksonların teşhisinde başlıca kaynak olarak Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Davis, 1965–1985), ilgili ek ciltler (Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2000) ve yayınlanan Resimli Türkiye Florası ciltleri (Güner ve ark., 2018; Güner ve ark., 2022a; Güner ve ark., 2022b; Güner ve ark., 2023a; Güner ve ark., 2023b; Güner ve ark., 2024a; Güner ve ark., 2024b; Güner ve ark., 2025a; Güner ve ark., 2025b) kullanılmıştır.

Herbaryum Materyali Hazırlama ve Örneklerin Muhafazası

Arazi çalışmalarında toplanan bitki örnekleri, standart herbaryum tekniklerine uygun olarak preslenmiş ve kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlanan ve teşhisi yapılan bitki örnekleri, herbaryum materyali haline getirilmek üzere standart ölçülerde hazırlanmıştır. Bu kapsamda örnekler, yaklaşık 30 × 42 cm boyutlarındaki beyaz herbaryum kartonlarına su bazlı bantlar kullanılarak monte edilmiştir. Ayrıca koleksiyonun bütünlüğünü ve uzun süreli korunabilirliğini sağlamak amacıyla, herbaryumda bulunan eskimiş ve yıpranmış örnekler modern herbaryum teknikleri doğrultusunda yeniden düzenlenmiş ve güncellenmiştir.

Hazırlanan herbaryum örnekleri, uluslararası standartlara uygun olarak, İZ Herbaryumu'nda muhafaza edilmiştir. Koleksiyonun korunması

amacıyla ortam koşulları 20–21 °C sıcaklık ve %20–30 bağıl nem düzeyinde sabit tutulmuştur. Zararlı organizmaların kontrolü için herbaryum örnekleri belirli aralıklarla derin dondurucuda bekletilerek soğuk şok uygulamasına tabi tutulmuştur. Buna ek olarak gerekli görülen durumlarda fumigant olarak alüminyum fosfit uygulaması gerçekleştirilmiştir (Eroğlu ve ark., 2019).

Dokümantasyon

Herbaryumda muhafaza edilen örneklere ait temel kayıt bilgileri, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynakları Bölümü arşivlerinden temin edilmiştir. Bitki grupları esas alınarak düzenlenmiş toplama listeleri ve arazi formları, dokümantasyon sürecinde birincil veri kaynakları olarak kullanılmıştır. Sörvey çalışmaları sırasında elde edilen tüm veriler standart formatlara aktarılmış ve Ulusal Bitki Genetik Kaynakları Veri Tabanı ile ilişkilendirilecek şekilde oluşturulan bir alt veri tabanında depolanmıştır.

Dijitalleştirme

Herbaryum koleksiyonlarının dijitalleştirilmesi, koleksiyon içeriğinin daha iyi analiz edilmesine ve koleksiyon envanterinin kapsamlı bir biçimde ortaya konulmasına olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda bu süreç, bitki örneklerinin uzun vadeli korunmasını sağlamanın yanı sıra, dijital bir envanter oluşturma aracı işlevi görmektedir; koleksiyonun erişilebilirliğini artırarak bilimsel araştırmalar, eğitim ve kültürel açıdan daha geniş kitlelere erişilebilir hale gelmesine olanak tanımaktadır.

Bu amaçla, IZ herbaryumu örneklerinin dijitalleştirilmesi, uluslararası herbaryumlarda kullanılan dijitalleştirme usulleriyle yapılmıştır. Dijitalleştirme sürecinin ilk aşamasında herbaryum örnekleri fiziksel olarak hazırlanmış; bu kapsamda örnekler sistematik biçimde düzenlenmiş ve hasarlı veya eksik materyaller belirlenmiştir. Her bir örneğe, fiziksel koleksiyon ile dijital kayıtların eşleştirilmesini sağlamak amacıyla benzersiz barkod numaraları atanmış ve barkodlama işlemlerinde Code 128 standardı kullanılmıştır.

Görüntüleme işlemleri, yüksek çözünürlüklü dijital sistemler aracılığıyla gerçekleştirilmiş olup, bu amaçla Nikon D-800 DSLR kamera ve AF-S Micro Nikkor 60 mm f/2.8G ED lens sabit ışık koşullarında kullanılmıştır. Çekimler sırasında renk doğruluğunu sağlamak amacıyla ColorChecker renk kalibrasyon kartı, ölçeklendirme için ise milimetrik cetvel kullanılmıştır. Tüm örnekler; bitki materyali, etiket, barkod ve ölçek çubuğunu içerecek şekilde görüntülenmiştir. Elde edilen görüntüler arşivleme amacıyla RAW formatında saklanmış, çevrim içi erişim için ise yüksek kaliteli JPEG formatına dönüştürülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA

ETA E Herbaryumu Dünya Herbaryum İndeksinde (Index Herbariorum) “IZ” kısa adı ile kodlanan (Index Herbariorum, n.d.), uluslararası standartlarda örneklerin saklandığı bir herbaryumdur. IZ Herbaryumu Enstitümüz ve diğer enstitülerde yürütülen proje ve çalışmalarda toplanan bitki örneklerinin muhafaza edildiği, özellikle tarımsal önemi olan türlerin herbaryumlarının saklandığı, ülkemizin kapsamlı herbaryumlarından biridir. IZ Herbaryumunu değerli kılan unsurların başında, önemli bilim insanı Mirza Gököl’ün 1920’li ve 1930’lu yıllarda Türkiye’nin farklı bölgelerinden topladığı buğday, arpa ve yulaf örneklerinin Herbaryum bünyesinde korunuyor olması gelmektedir. Bunun yanı sıra, IZ Herbaryumu’nda muhafaza edilen 5523 herbaryum örneğine ait tohum materyallerinin ETA E Ulusal Tohum Gen Bankası’nda saklanması, bu koleksiyona diğer herbaryumlardan ayıran özgün ve bütünüleyici bir özellik kazandırmaktadır.

Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi ve Herbaryum Uygulama ve Araştırma Merkezi ile koordineli olarak yürütülen çalışmalarda, öncelikle IZ Herbaryumu’nda bulunan mevcut örnekler ile arazi çalışmaları sonucunda elde edilen bitki materyalleri aile ve cins düzeyinde teşhis edilebilenlerdir. Ardından, tür ve tür altı kategorilerinin teşhisinde temel başvuru kaynağı olarak Flora of Turkey and the East Aegean Islands adlı 11 ciltlik eserlerde yer alan tür anahtarları ve morfolojik betimlemelerden yararlanılmıştır (Davis, 1965–1985; Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2000).

Türkiye Florası'nın yayımlanmasından sonra bildirilen yeni türler, yeni kayıtlar ve yeni lokalite bilgilerine ulaşmak amacıyla güncel kontrol listelerinden (Özhatay ve ark., 2013; Özhatay ve ark., 2015; Özhatay ve ark., 2017) yararlanılmıştır. Ayrıca teşhisi yapılan tüm taksonlar, Türkiye Bitkileri Veri Tabanı Sistemi (TUBİVES, 2026) ile Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi (NGBB) veri tabanı (NGBB, 2026) üzerinden karşılaştırmalı olarak doğrulanmıştır. Türkçe bitki adlandırmaları, NGBB veri tabanı esas alınarak gerçekleştirilmiş; türlere ait Türkçe adlar, bilimsel adlar ve sinonimler bu kaynak üzerinden doğrulanmıştır.

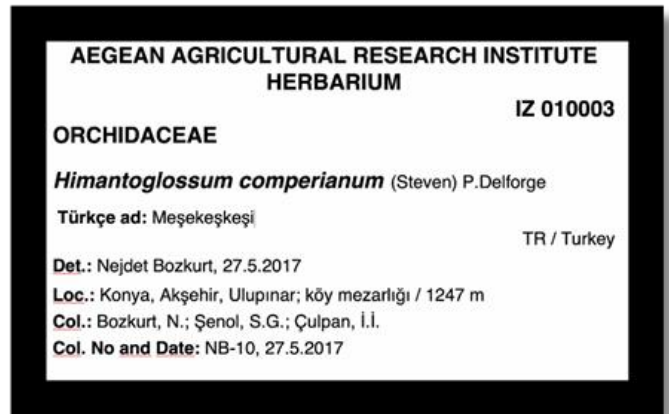
Takson adları ve yazar (author) bilgileri Brummitt ve Powell (1992)'a göre düzenlenmiş; taksonomik aktarmalar, isim ve statü değişiklikleri Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) (Güner ve ark., 2012), World Flora Online (WFO, 2026) ve International Plant Names Index (IPNI, 2026) verileri esas alınarak güncellenmiştir. Ayrıca, Resimli Türkiye Florası'nın hazırlanması kapsamında çalışmalarını

sürdüren konu uzmanı akademisyenler, herbaryum örneklerinin teşhis çalışmalarına önemli katkılar sağlamışlardır.

Takson adlandırmasının ardından, herbaryum etiket bilgileri standart bir sıra izlenerek hazırlanmıştır. Bu kapsamda, teşhisleri güncellenen ve doğrulanan herbaryum örnekleri, uluslararası herbaryum uygulamalarına uygun biçimde yeniden düzenlenmiştir. Revizyon sürecinde, örnekler 30 cm × 42 cm ölçülerinde, beyaz renkli standart herbaryum kartonları üzerine yapıştırılmıştır (Şekil 1). Yapıştırma işlemleri sırasında, bitki materyalinin morfolojik bütünlüğünü korumak ve uzun süreli muhafazasını sağlamak amacıyla su bazlı bantlar tercih edilmiştir. Bu yöntem, hem örneklerin zarar görmesini engellemekte hem de ileride yapılabilecek yeniden inceleme ve revizyon çalışmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca, revizyon sürecinde etiket bilgileri kontrol edilerek güncel taksonomik adlandırma, lokasyon, tarih ve toplayıcı bilgileri gözden geçirilmiş ve güncellenebilir etiketler hazırlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Herbaryum örneklerinin kartonlara monte edilmesi
Figure 1. Mounting herbarium specimens on herbarium sheets.



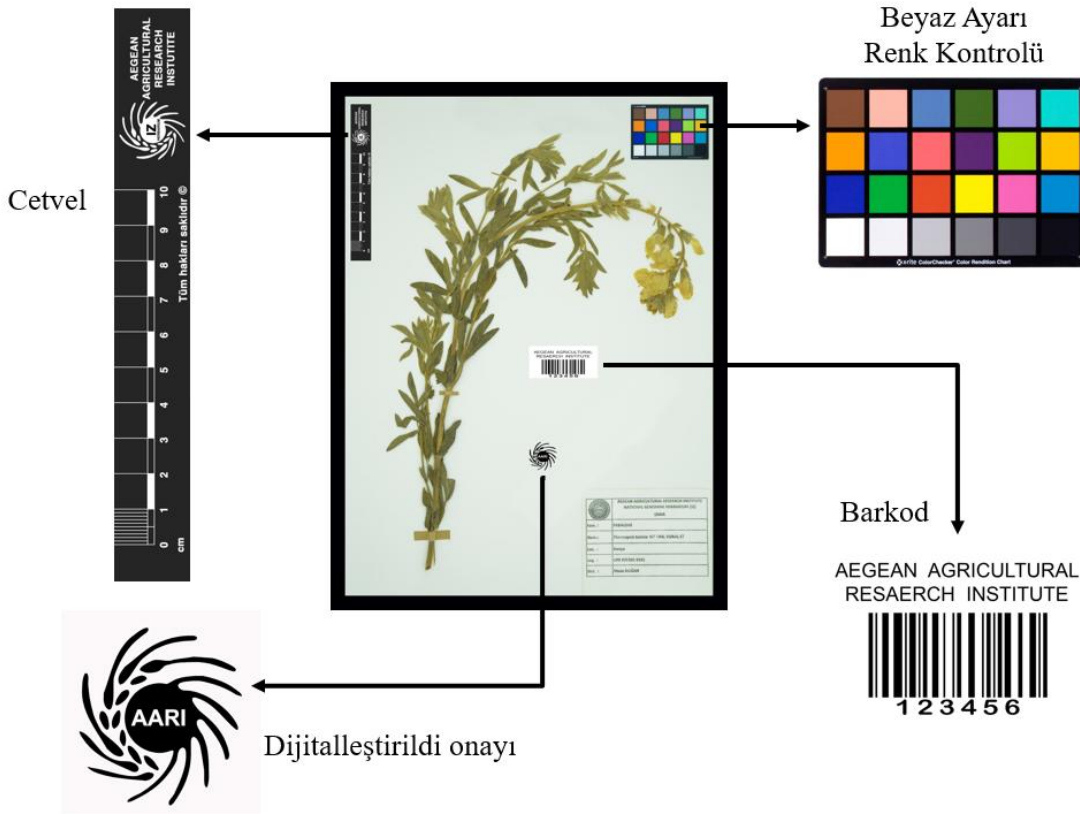
Şekil 2. Güncellenen herbaryum etiketleri.
Figure 2. Updated herbarium labels.

Herbaryum örneklerinin biyotik zararlılara karşı korunması amacıyla, koleksiyona dahil edilen materyaller derin dondurucu ünitesinde belirli sürelerle düşük sıcaklık uygulamasına tabi tutulmaktadır. Buna ek olarak, bitki sağlığı biriminin denetimi ve gözetimi altında, yalnızca gerekli görülen durumlarda alüminyum fosfit uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, herbaryum ortamının sıcaklık ve bağıl nem değerleri dijital ölçüm cihazları aracılığıyla düzenli olarak izlenmektedir.

Herbaryum koleksiyonunun uzun süreli korunması ve bilimsel değerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla, fiziksel ortam koşulları ve muhafaza yöntemleri uluslararası herbaryum standartları doğrultusunda düzenlenmiştir. Koleksiyon, kontrollü erişime sahip kapalı bir alanda muhafaza edilmekte olup, fiziksel hasar, yetkisiz kullanım ve çevresel risklere karşı gerekli güvenlik önlemleri alınmıştır.

Bu çalışmada elde edilen önemli bulgulardan biri, TAGEM Dijital Herbaryumu ile gerçekleştirilen veri

paylaşımı ve entegrasyon sürecidir. IZ Herbaryumu'na ait örneklerin dijitalleştirilmesi kapsamında; bitki materyali, etiket bilgileri, barkod, renk skalası ve ölçek çubuğunu içeren yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilmiştir. Çekim öncesinde her bir örneğin üzerine Dijitalleştirildi onayı olarak AARI (Aegean Agricultural Research Institute) logosu yerleştirilmiştir (Şekil 3). Dijital görüntüler, uluslararası herbaryum dijitalleştirme standartlarına uygun fotoğraf sistemleri kullanılarak, uzaktan kumanda ile kontrol edilen Nikon D-800 model dijital kamera ile üretilmiştir. Görüntüler, çevrim içi kullanım amacıyla JPG formatında ve standart herbaryum sayfaları için yüksek kaliteli RAW formatında kaydedilmiştir. Elde edilen bu dijital verilere çevrim içi erişim, TAGEM (Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü) Dijital Herbaryum Ağı aracılığıyla sağlanmaktadır (TAGEM, 2026).



Şekil 3. Dijitalleştirilmiş herbaryum örneği
Figure 3. A digitized herbarium specimen.

Herbaryum örneklerinin yüksek çözünürlüklü fotoğraflanması ve dijital ortama aktarılmasıyla 5.439 örneklik dijital bir koleksiyon oluşturulmuştur. Ayrıca, Dr. Mirza Gökgöl’e ait 1930’lu yıllardan kalan 3000

tahıl örneğinin dijitalleştirilmesi ve özel katalog altında erişime açılması, Türkiye’deki bitki genetik kaynakları mirasının korunması bakımından bilimsel bir değer taşımaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Mirza Gökgöl’e ait dijitalleştirilmiş buğday örnekleri
Figure 4. Digitized wheat specimens from the Mirza Gökgöl collection.

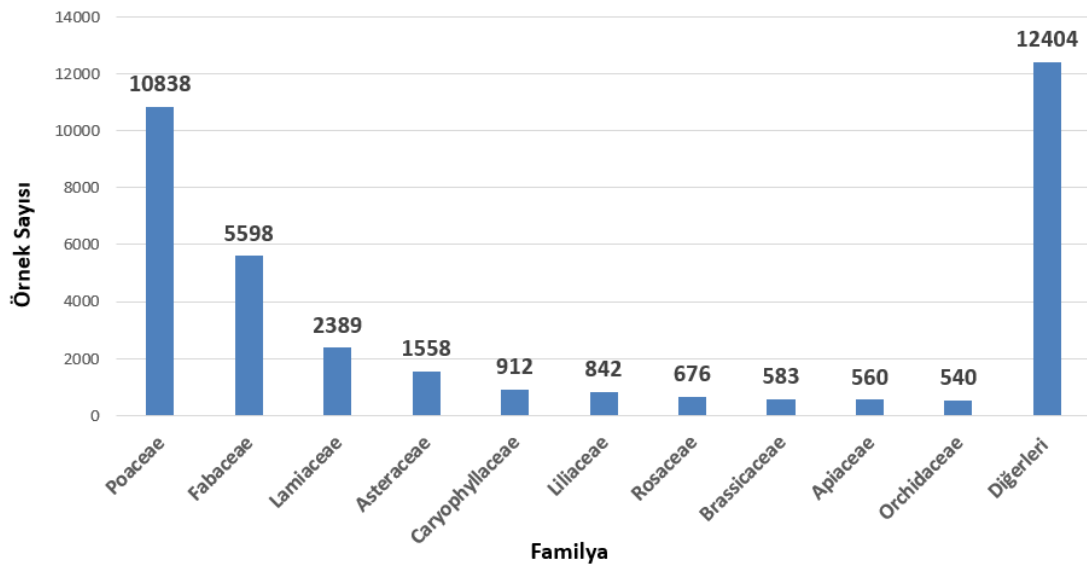
Yürütülen bu çalışmalar sonucunda, İZ Herbaryumu koleksiyonunun bilimsel güvenilirliği ve kullanım potansiyeli artırılmış; koleksiyon, floristik, taksonomik ve biyocoğrafik araştırmalar için daha nitelikli bir kaynak haline getirilmiştir.

İZ Herbaryumu veritabanının analizi sonucunda, koleksiyonun Türkiye’nin 70 ilinden toplanmış toplam 36.900 bitki örneğinden oluştuğu belirlenmiştir. Bu koleksiyonun 16.686 örneği teşhis edilmiş olup, söz konusu örneklerin 145 familya, 517 cins ve 1.520 türe ait olduğu belirlenmiştir.

Herbaryum koleksiyonunda yer alan 19.414 örnek henüz tür düzeyinde teşhis edilmemiş olup, bu örneklerin teşhisleri familya veya cins düzeyinde kalmıştır. Söz konusu örneklerin tür düzeyinde tanımlanabilmesi amacıyla, Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi ve Herbaryum Uygulama ve Araştırma Merkezi ile koordineli olarak ayrıntılı taksonomik çalışmalar yürütülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, İZ Herbaryumu’nun familya dağılımı Türkiye florasının genel yapısı ile uyumlu olup, özellikle tarımsal ve ekonomik öneme sahip bitki familyalarının koleksiyonda güçlü bir şekilde temsil edildiği görülmektedir (Şekil 5). Koleksiyonda en yüksek temsil oranına sahip olan Poaceae familyası, 10.838 örnek ile ilk sırada yer almakta; onu 5.598 örnek ile Fabaceae familyası takip etmektedir. Bu iki familyanın koleksiyondaki baskınlığı, bu iki grubun Türkiye florasındaki yaygınlığının yanı sıra, özellikle tarımsal açıdan büyük öneme sahip olmaları ile ilişkilendirilebilir.

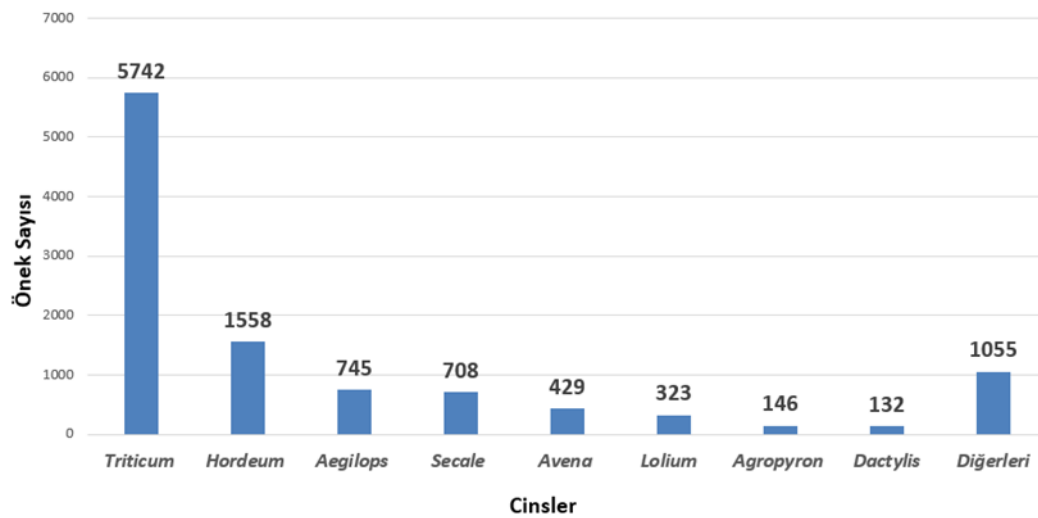
Poaceae ve Fabaceae familyalarını sırasıyla Lamiaceae ve Asteraceae izlemektedir. Bu familyalar, Türkiye florasında tür çeşitliliği yüksek olan gruplar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, grafikte “Diğerleri” başlığı altında yer alan 12.404 örnek, 135 familyaya ait az sayıda örneğin bir araya getirilmesiyle oluşmuştur ve bu da koleksiyonun taksonomik çeşitliliğinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. IZ Herbaryumu'ndaki familya dağılımı.
Figure 5. Family distribution of specimens in the IZ Herbarium.

IZ Herbaryumu'nda Poaceae (Buğdaygiller) familyasına ait örneklerin cins düzeyindeki dağılımını Şekil 6. göstermektedir. Şekilde de görüldüğü gibi, koleksiyonda en yüksek temsil oranına sahip takson, 5.742 örnek ile *Triticum* L. cinsidir. *Triticum* cinsinin koleksiyondaki bu belirgin baskınlığı; buğdayın Türkiye tarımı, biyolojik çeşitliliği ve bitki ıslahı çalışmaları açısından taşıdığı stratejik önemle doğrudan ilişkilidir. *Triticum* cinsinden sonra sırasıyla *Hordeum* L., *Aegilops* L. ve *Secale* L. cinsleri izlenmektedir. Bu cinsler, özellikle kültür bitkileri ve

yabani akrabaları açısından genetik kaynak değeri yüksek gruplar olup, koleksiyonda güçlü biçimde temsil edilmeleri herbaryumun tarımsal araştırmalara olan katkısını ortaya koymaktadır. Daha düşük sayıda temsil edilen cinsler arasında *Avena* L., *Lolium* L., *Agropyron* Gaertn. ve *Dactylis* L. yer almaktadır. Bununla birlikte "Diğerleri" başlığı altında yer alan 1.055 örnek, Poaceae familyasına ait çok sayıda farklı cinsin koleksiyonda bulunduğunu ve familya içinde 45 cins düzeyinde dikkate değer bir çeşitliliğin yer aldığını ortaya koymaktadır.

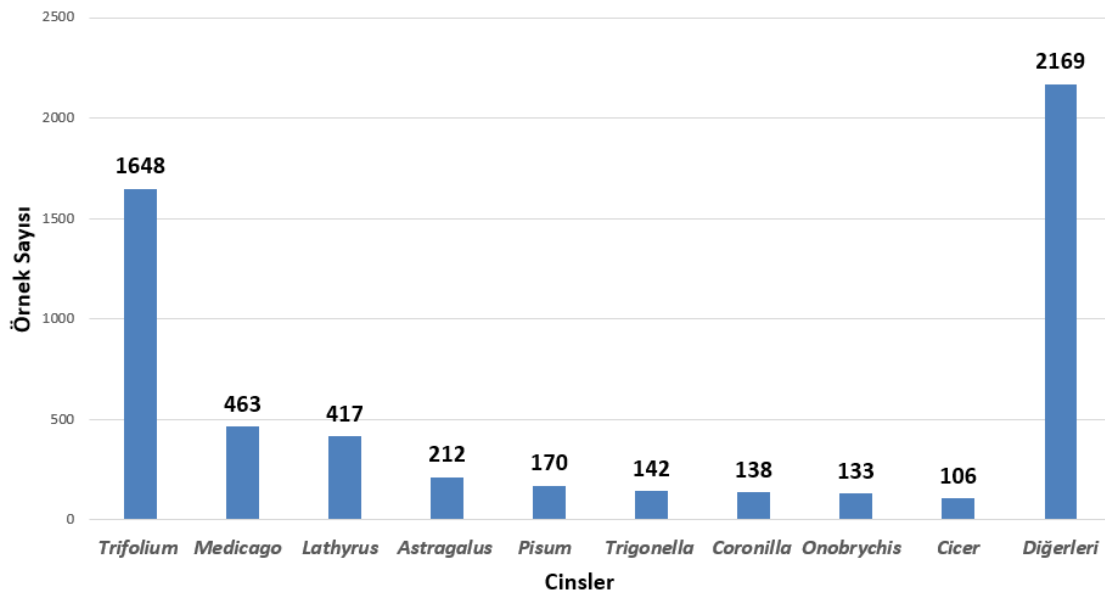


Şekil 6. Poaceae (Buğdaygiller) familyasına ait örneklerin cins düzeyindeki dağılımı.
Figure 6. Genus-level distribution of specimens belonging to the family Poaceae (grasses).

İZ Herbaryumu’nda Fabaceae (Baklagiller) familyasına ait örneklerin cins düzeyindeki dağılımı incelendiğinde (Şekil 7); *Trifolium* L. cinsinin 1.600’ü aşan örnek sayısı ile familya içerisinde ilk sırada yer aldığı görülmektedir. *Trifolium*’un koleksiyondaki bu yüksek temsil oranı, cinsin mera ve yem bitkileri açısından taşıdığı ekonomik ve ekolojik değerle doğrudan ilişkilidir.

Trifolium cinsini, sırasıyla *Medicago* L. ve *Lathyrus* L. cinsleri izlemektedir. Bu cinsler de tarımsal üretim,

yem bitkileri ve toprak verimliliği açısından önemli türleri barındırmakta olup, koleksiyonda güçlü biçimde temsil edilmektedir. Daha düşük sayıda örnek ile temsil edilen cinsler arasında *Astragalus* L., *Pisum* L., *Trigonella* L., *Coronilla* L., *Onobrychis* Mill. ve *Cicer* L. yer almaktadır. “Diğerleri” başlığı altında yer alan 2.100’ün üzerindeki örnek, Fabaceae familyasına ait 35 farklı cinsin herbaryum koleksiyonunda temsil edildiğini ve familya düzeyinde yüksek bir taksonomik çeşitliliğin bulunduğunu ortaya koymaktadır.

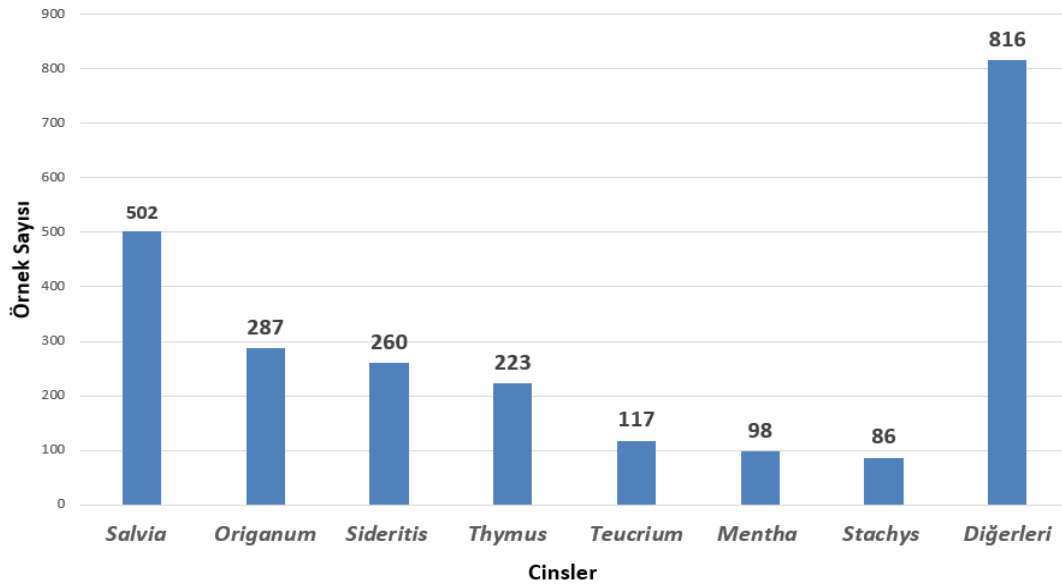


Şekil 7. Fabaceae (Baklagiller) familyasına ait örneklerin cins düzeyindeki dağılımı.

Figure 7. Genus-level distribution of specimens belonging to the family Fabaceae (legumes).

İZ Herbaryumu’ndaki Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyası örneklerinin cins düzeyindeki dağılımı Şekil 8’de sunulmuştur. Verilere göre *Salvia* L. cinsi, 502 örnek ile familya içerisinde en yüksek temsil oranına sahiptir. *Salvia*’nın koleksiyondaki bu ağırlığı; cinsin Türkiye florasındaki geniş yayılışının yanı sıra tıbbi, aromatik ve ekonomik açıdan taşıdığı kritik önemle doğrudan ilişkilidir.

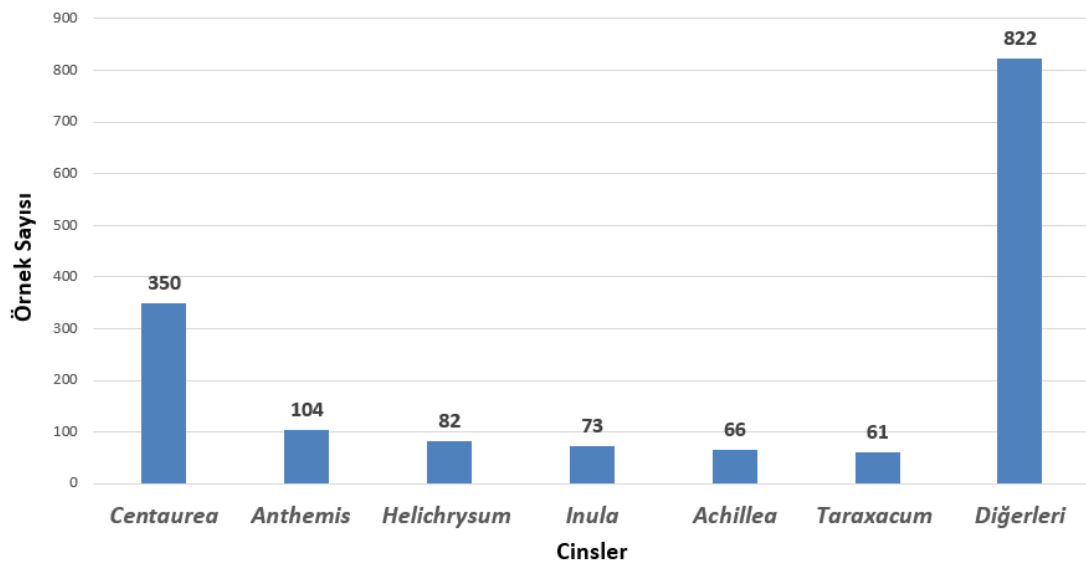
Salvia cinsini sırasıyla *Origanum* L., *Sideritis* L. ve *Thymus* L. cinsleri izlemektedir. Bu cinsler, özellikle uçucu yağ içeriği yüksek türleri barındırmaları nedeniyle tıbbi ve aromatik bitkiler açısından büyük öneme sahiptir ve koleksiyonda dikkate değer bir temsil düzeyine sahiptir.



Şekil 8. Lamiaceae (Balıbabagiller) familyasına ait örneklerin cins düzeyindeki dağılımı.
Figure 8. Genus-level distribution of specimens belonging to the family Lamiaceae (mint family).

IZ Herbariumu'nda Asteraceae (Papatyagiller) familyasına ait örneklerin cins düzeyindeki dağılımı Şekil 9'da olduğu gibidir. Buna göre koleksiyonda en fazla örnek *Centaurea* L. cinsine aittir. *Centaurea* cinsinin yüksek temsil oranı, Türkiye florasında geniş yayılışa sahip olması, tür çeşitliliğinin fazla olması ve

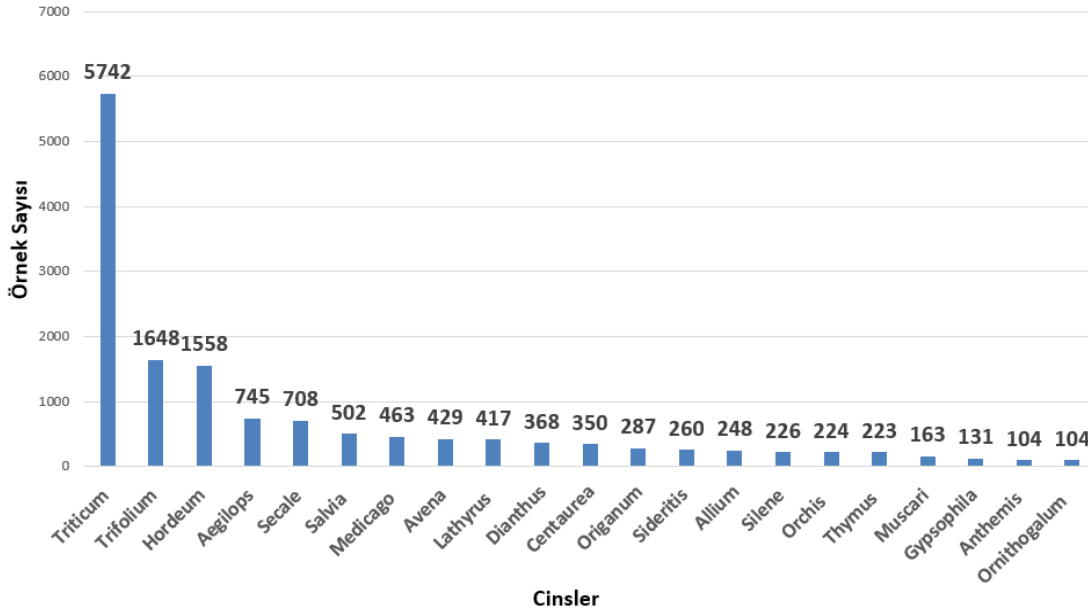
endemizm açısından önem taşımasıyla açıklanabilir. *Centaurea* cinsini sırasıyla *Anthemis* L., *Helichrysum* Mill., *Inula* L. ve *Achillea* L. cinsleri izlemektedir. Bu cinsler, gerek ekolojik uyum yetenekleri gerekse geleneksel kullanım alanları nedeniyle floristik çalışmalar açısından dikkat çeken gruplardır.



Şekil 9. Asteraceae (Papatyagiller) familyasına ait örneklerin cins düzeyindeki dağılımı.
Figure 9. Genus-level distribution of specimens belonging to the family Asteraceae (daisy family).

İZ Herbaryumu'nda yer alan bitki örneklerinin cins düzeyindeki sayısal dağılımı şekil 10'da görülmektedir. Grafik incelendiğinde, *Triticum* cinsi 5742 örnek ile belirgin bir farkla en yüksek temsil oranına sahip olduğunu ve koleksiyonun özellikle tarımsal öneme sahip bu cinse yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. *Triticum*'u *Trifolium* ve *Hordeum* cinsleri izlemekte olup, bu üç cinsin yüksek örnek

sayıları, Türkiye florasında yaygın olmaları ve ekonomik/tarımsal değerleriyle ilişkilendirilebilir. Orta düzeyde temsil edilen cinsler arasında *Aegilops*, *Secale*, *Salvia* ve *Medicago* öne çıkmaktadır. Bu cinsler hem doğal florada yaygın bulunmaları hem de taksonomik ve ekolojik çalışmalar açısından önem taşımaları nedeniyle herbaryum koleksiyonlarında güçlü bir yer tutmaktadır.



Şekil 10. İZ Herbaryumu'ndaki bitki örneklerinin cins düzeyindeki sayısal dağılımı.
Figure 10. Numerical distribution of plant specimens at the genus level in the IZ Herbarium.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, ETAİ İZ Herbaryumu'nun önemini ortaya koymaktadır. Herbaryum, Türkiye Florası'nın temsil gücü yüksek bir örneklemini barındırarak floristik çeşitliliğin belgelenmesine katkı sağlamakta; özellikle kültür bitkileri ve yabani akrabalarına ait zengin materyaliyle bitki ıslahı, genetik çeşitliliğin korunması ve gıda güvenliği çalışmalarına temel oluşturmaktadır. Herbaryumun Index Herbariorum'da İZ kodu ile kayıtlı olması, koleksiyonun uluslararası standartlarda düzenlendiğini ve küresel ölçekte tanınan bir bilimsel altyapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, herbaryumun yalnızca ulusal değil, aynı zamanda uluslararası araştırmalar için de güvenilir bir referans kaynağı olmasını sağlamaktadır.

İZ Herbaryumu koleksiyonunun 70 farklı ilden toplanmış 36.900 örnekten oluşması, Türkiye'nin floristik çeşitliliğinin geniş bir coğrafi temsille koleksiyona yansıtıldığını göstermektedir. Teşhis edilmiş 16.686 örneğin 145 familya, 517 cins ve 1.520 türe ait olması, koleksiyonun taksonomik kapsamının oldukça geniş olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın, 19.414 örneğin henüz tür düzeyinde teşhis edilmemiş olması, herbaryum koleksiyonunun dinamik bir yapıya sahip olduğunu ve ileriye dönük taksonomik çalışmalar için önemli bir potansiyel barındırdığını göstermektedir. Bu durum, özellikle revizyon gerektiren problemlili takson grupları ve morfolojik olarak karmaşık cinsler açısından yeni bilimsel katkılara olanak tanımaktadır.

Poaceae ve Fabaceae familyalarının koleksiyonda baskın olması, Türkiye florasıyla uyumlu olup bu grupların doğal ekosistemler ile tarımsal sistemlerdeki ekolojik ve ekonomik önemini yansıtmaktadır. *Triticum* cinsinin öne çıkması, buğdayın tarım ve gıda güvenliği açısından kritik rolüyle ilişkilidir; *Hordeum*, *Aegilops* ve *Secale* ise kültür bitkileri yabancı akraba ilişkileri açısından değerlidir. Fabaceae’de *Trifolium*, *Medicago* ve *Lathyrus* cinslerinin; Lamiaceae familyasında *Salvia*, *Origanum*, *Sideritis* ve *Thymus* cinslerinin güçlü temsili, mera, yem bitkileri, tıbbi ve aromatik bitkiler açısından koleksiyonun önemini ortaya koymaktadır. Bu durum, herbaryum koleksiyonunun yalnızca floristik değil, aynı zamanda evrimsel, filogenetik ve genetik kaynak araştırmaları için de güçlü bir altyapı sunduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, IZ Herbaryumu’nun familya dağılımı Türkiye florasının genel yapısı ile uyumlu olup, özellikle tarımsal ve ekonomik öneme sahip bitki familyalarının koleksiyonda güçlü bir şekilde temsil edildiği görülmektedir. Cinsler arasındaki bu heterojen dağılım, IZ Herbaryumu’nun hem tarımsal açıdan önemli kültür bitkilerini hem de doğal flora ve endemik taksonları kapsayan geniş ve dengeli bir koleksiyon yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, herbaryumun Türkiye florası üzerine yapılacak floristik, taksonomik ve biyocoğrafik çalışmalar için önemli bir referans kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır.

Herbaryum örneklerinin uluslararası standartlara uygun şekilde yeniden düzenlenmesi, biyotik zararlılara karşı soğuk şok ve kontrollü kimyasal uygulamaların yapılması, ayrıca ortam sıcaklık ve nem değerlerinin izlenmesi, koleksiyonun uzun vadeli korunmasını güvence altına almıştır. Bu uygulamalar sayesinde IZ Herbaryumu’nun sürdürülebilir bir koleksiyon olması sağlanmaktadır.

Dijitalleştirme çalışmaları sonucunda oluşturulan dijital koleksiyon, herbaryum materyallerinin erişilebilirliğini ve bilimsel kullanım alanlarını önemli

ölçüde artırmıştır. Özellikle Dr. Mirza Gökgöl’e ait tarihsel tahıl koleksiyonunun dijital ortama aktarılması, Türkiye’nin bitki genetik kaynakları mirasının korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması açısından büyük bir kazanım olarak değerlendirilmektedir. TAGEM Dijital Herbaryum Ağı ile sağlanan entegrasyon, ulusal ölçekte veri paylaşımını güçlendirmiştir. Dijital herbaryum altyapısı, fiziksel koleksiyonun korunmasına katkı sağlarken, aynı zamanda araştırmacıların mekânsal kısıtlamalar olmaksızın materyale erişimini mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen veriler, IZ Herbaryumu’nun hem geleneksel herbaryum işlevlerini sürdürdüğünü hem de modern dijital herbaryum anlayışıyla bütünleştiğini ortaya koymaktadır. Koleksiyonun taksonomik, floristik, tarımsal ve genetik kaynak araştırmaları açısından taşıdığı yüksek potansiyel, ilerleyen süreçte yapılacak detaylı revizyon çalışmaları ve dijitalleştirme faaliyetleri ile daha da artırılabilir.

Sonuç olarak, IZ Herbaryumu, sahip olduğu tarihsel koleksiyonlar, geniş taksonomik kapsamı ve gelişen dijital altyapısı ile Türkiye Florası ve bitki genetik kaynaklarının korunmasında stratejik bir rol üstlenmektedir. Yürütülen bu çalışmaların sürekliliği, herbaryumun ulusal ve uluslararası bilimsel platformlardaki görünürlüğünü ve etkinliğini daha da artıracaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiş, T.C. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde yürütülmüştür. Projenin, herbaryum örneklerinin teşhislerinde katkıda bulunan Prof. Dr. Bayram YILDIZ, Prof. Dr. Evren CABİ, Prof. Dr. Hasan YILDIRIM, Serdar Gökhan ŞENOL, Prof. Dr. Barış ÖZÜDOĞRU, Prof. Dr. Fatma GÜNEŞ, Prof. Dr. İsmail EKER, Dr. Volkan EROĞLU ve Dr. Nejdet BOZKURT’a teşekkür ederim.

LİTERATÜR LİSTESİ

Blagoderov, V., I.J. Kitching, L. Livermore, T.J. Simonsen, and V.S. Smith. 2012. No specimen left behind: Industrial scale digitization of natural history collections. *ZooKeys* 209: 133–146.

Brummitt, R.K., and C.E. Powell. 1992. *Authors of plant names*. Kew: Royal Botanic Gardens.

Davis, P.H. 1965–1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vols. 1–9. Edinburgh: Edinburgh University Press.

- Davis, P.H., R.R. Mill, and K. Tan. 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement). Vol. 10. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Eroğlu, V., A. Güvensen, H. Yıldırım, and A.F. Pirhan. 2019. Herbaryum zararlılarına karşı koruma yöntemleri. Ulusal Botanik Bahçeleri, Arboretumlar, Herbaryumlar ve Botanik Müzeleri Çalıştayı. Düzce. p. 107.
- Greve, M., A.M. Lykke, C.W. Fagg, R.E. Gereau, G.P. Lewis, R. Marchant, A.R. Marshall, J. Ndayishimiye, J. Bogaert, and J.-C. Svenning. 2016. Realising the potential of herbarium records for conservation biology. South African Journal of Botany 105: 317–323.
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, and M.T. Babaç. 2012. Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., T. Ekim, A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G. Ekşi, and F. Şen (eds.). 2022a. Resimli Türkiye Florası. Cilt 1, 2. baskı. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G. Ekşi, and F. Şen (eds.). 2022b. Resimli Türkiye Florası. Cilt 3a. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G.E. Bona, and F.Ş. Gökmen (eds.). 2023a. Resimli Türkiye Florası. Cilt 3b. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G.E. Bona, and F.Ş. Gökmen (eds.). 2023b. Resimli Türkiye Florası. Cilt 4b. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G.E. Bona, and F.Ş. Gökmen (eds.). 2024a. Resimli Türkiye Florası. Cilt 4a. İstanbul: ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, G. Ekşi, İ. Güner, and A.Ö. Çimen (eds.). 2018. Resimli Türkiye Florası. Cilt 2. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., N. Özhatay, T. Ekim, and H.K.C. Başer. 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement 2). Vol. 11. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Güner, A., K. Yıldız, M. Vural, A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G.E. Bona, and F.Ş. Gökmen (eds.). 2024b. Resimli Türkiye Florası. Cilt 17c. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., K. Yıldız, M. Vural, A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G.E. Bona, and F.Ş. Gökmen (eds.). 2025a. Resimli Türkiye Florası. Cilt 17a. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güner, A., K. Yıldız, M. Vural, A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, İ. Güner, G.E. Bona, and F.Ş. Gökmen (eds.). 2025b. Resimli Türkiye Florası. Cilt 17b. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Index Herbariorum. n.d. Index Herbariorum: A Global Directory of Public Herbaria and Associated Staff. New York Botanical Garden. Available at <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- IPNI. 2026. International Plant Names Index. Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries, and Australian National Herbarium. Available from <http://www.ipni.org>
- Natural History Museum. 2023. Digitisation of collections. Available at <https://www.nhm.ac.uk>
- Nelson, G., D. Paul, G. Riccardi, and A.R. Mast. 2012. Five task clusters that enable efficient and effective digitization of biological collections. ZooKeys 209: 19–45. <https://doi.org/10.3897/zookeys.209.3135>
- NGBB. 2026. Türkiye Bitkileri Listesi. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi. Erişim adresi <https://www.bizimbitkiler.org.tr>
- Nieva de la Hidalgo, A., P.L. Rosin, X. Sun, A. Bogaerts, N. De Meeter, S. De Smedt, M. Strack van Schijndel, P. Van Wambeke, and Q. Groom. 2020. Designing an herbarium digitisation workflow with built-in image quality management. Biodivers Data J. 8: e47051. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e47051>
- Oğur, E. 2021. İzmir ilinde bulunan nadir, endemik ve tehdit altındaki bitki türlerinin toplanması ve ex situ muhafazası. ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute 31(2): 226–244. <https://doi.org/10.18615/anadolu>
- Özhatay, N., S. Kültür, and N. Aksoy. 2011. Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey. Turkish Journal of Botany 35: 155–156.
- Özhatay, N., Ş. Kültür, and B. Gürdal. 2013. Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VI. Journal of the Faculty of Pharmacy of Istanbul University 43(1): 33–82.
- Özhatay, N., Ş. Kültür, and B. Gürdal. 2015. Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VII. Journal of the Faculty of Pharmacy of Istanbul University 45(1): 61–86.
- Özhatay, N., Ş. Kültür, and B. Gürdal. 2017. Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VIII. Istanbul Journal of Pharmacy 47(1): 30–44.
- Page, L.M., B.J. MacFadden, J.A. Fortes, P.S. Soltis, and G. Riccardi. 2015. Digitization of biodiversity collections reveals big data on biodiversity. BioScience 65(9): 841–842.
- POWO. 2026. Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew. Available at <https://powo.science.kew.org/>
- Seçmen, Ö., Y. Gemici, G. Görk, L. Bekat, E. Leblebici. 2008. Tohumlu Bitkiler Sistematigi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No:116. İzmir. 2008.
- TAGEM. 2026. Tagem Ulusal Dijital Veri Tabanı Erişim <http://herbaryum.tagem.gov.tr/>
- Uma, M. M. 2010. Bitki toplama, teşhis ve herbaryum teknikleri (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- WFO. 2026. World Flora Online. Available at <http://www.worldfloraonline.org>