

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ISPARTA VE ÇEVRESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN ÇİVİT OTU
(*Isatis* sp.) TÜRLERİNİN TESPİTİ VE BOYARMADDE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Muhammed BIYIKLI

Danışman
Prof. Dr. Tahsin KARADOĞAN

ISPARTA - 2020



© 2020 [Muhammed BIYIKLI]

TEZ ONAYI

ISPARTA VE ÇEVRESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN ÇİVİT OTU (*Isatis sp.*) TÜRLERİNİN TESPİTİ VE BOYARMADDE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Muhammed BIYIKLI tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

İmza

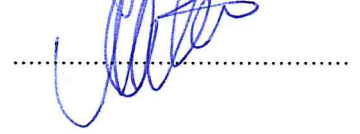
Danışman **Prof. Dr. Tahsin KARADOĞAN**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Üye **Prof. Dr. Hasan BAYDAR**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Üye **Doç. Dr. Meliha OKTAV BULUT**
Süleyman Demirel Üniversitesi



Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../... tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

18./12/2019

Muhammed BIYIKLI



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Çivit Otu nun Tarihçesi ve Yayılışı	4
2.2. Çivit Otu (<i>Isatis</i> sp.) Türlerinin Botanik Özellikleri	5
2.2.1. <i>Isatis tinctoria</i>	5
2.2.2. <i>Isatis cappadocica</i>	6
2.2.3. <i>Isatis glauca</i>	6
2.2.4. <i>Isatis floribunda</i>	6
2.3. Farmakolojik Aktivitesi	7
2.4. <i>Isatis</i> Türleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Araştırma Alanına Ait İklim ve Toprak Özellikleri	18
3.2. Materyal	19
3.3. Yöntem	19
3.3.1. Bitki toplama	19
3.3.2. Türlerin kültüre alınması	22
3.4. Türlerle İlişkin Morfolojik Ölçümler	22
3.5. Boyarmadde Analizi	23
3.5.1. Standartların hazırlanması	23
3.5.2. Toplam indigo miktarının HPLC ile tayin edilmesi	24
3.6. Boyama İşlemi	24
3.7. Renklerin Değerlendirilmesi	25
3.8. Yıkama Haslığı Tayini	25
3.9. Verilerin Değerlendirilmesi	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Morfolojik Özelliklerin Normal Dağılıma Uygunluk Yönünden İncelenmesi ...	30
4.2. Bitki Boyu (cm)	32
4.3. Yaprak Eni (mm)	35
4.4. Yaprak Boyu (mm)	38
4.5. Gövde Çapı	40
4.6. Bitki Başına Taze Yaprak Verimi (g/bitki)	42
4.7. Meyve Eni (mm)	44
4.8. Meyve Boyu (mm)	46
4.9. İndigo İçeriği (mg/g)	48
4.10. Renklerin Değerlendirilmesi	51
4.11. Yıkama Haslığı	51
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	64

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA VE ÇEVRESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN ÇİVİT OTU (*Isatis* sp.) TÜRLERİNİN TESPİTİ VE BOYARMADDE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Muhammed BIYIKLI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tahsin KARADOĞAN

Bu araştırma Isparta ilinde farklı lokasyonlardan toplanan (*Isatis tinctoria*, *Isatis glauca*, *Isatis cappadocica*) ve Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde kültüre alınan (*Isatis tinctoria*, *Isatis floribunda*, *Isatis glauca*) farklı *Isatis* türlerinin morfolojik karakterlerinin, boyama özelliklerinin ve indigo içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada, doğadan toplanan *Isatis glauca* türü morfolojik özellikler bakımından daha yüksek değerler alırken, indigo içeriği yönünden kültüre alınan *Isatis tinctoria* türü daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek ortalama yaprak eni (33.54 mm), yaprak boyu (160 mm) ve meyve boyu (15.7 mm) ile doğadan toplanan *Isatis glauca* öne çıkarken, en yüksek bitki boyu (125.78 cm) ve gövde çapı (10.71 mm) ile doğadan toplanan *Isatis tinctoria* ön plana çıkmıştır. Yapılan boyarmadde analizlerine göre en yüksek indigo içeriği kültüre alınan (2.26 mg/g) *I. tinctoria*'da saptanırken, en düşük indigo içeriği ise doğadan toplanan *Isatis glauca* ve *Isatis cappadocica* (0.004 mg/g)'da tespit edilmiştir. *I. tinctoria* ile yapılan boyamalar sonucunda lacivert renk eldesi sağlanmış ve yıkama haslık değeri 2-5 aralığında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Isatis tinctoria*, *Isatis floribunda*, *Isatis glauca*, *Isatis cappadocica*, Morfolojik özellikler, İndigo içeriği

2020, 64 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF DYEING CHARACTERISTIC AND DETECT OF TYPES OF WOAD (*Isatis* sp.) DISTRUBUTED ISPARTA AND ITS VICINITY

Muhammed BIYIKLI

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Tahsin KARADOĞAN

This study was carried out to determine the morphological characteristics, dyeing properties and indigo contents of *Isatis* sp. collected from different locations in Isparta province (*Isatis tinctoria*, *Isatis glauca*, *Isatis cappadocica*) and cultivated (*Isatis tinctoria*, *Isatis floribunda*) in the field of Isparta Applied Sciences University Agricultural Research and Application Farm. In this study, the *Isatis glauca* species collected from nature had higher values in terms of morphological characteristics, whereas the *Isatis tinctoria* species cultivated in terms of indigo content had higher values. When the obtained data were evaluated, *Isatis glauca* collected from nature came to the fore with the highest average leaf width (33.54 mm), leaf length (160 mm) and fruit length (15.7 mm), while *Isatis tinctoria* collected from nature had the highest plant height (125.78 cm) and body diameter (10.71 mm). According to dyestuff analysis, the highest indigo content was found in *I. tinctoria* species (2.26 mg/g), while the lowest indigo content was found in *I. glauca* and *I. cappadocica* species (0.004 mg/g). As a result of the dyeing made with *I. tinctorial* the navy-blue color was obtained. On the other hand, the washing fastness value was determined between 2-5.

Key Words: *Isatis tinctoria*, *Isatis floribunda*, *Isatis glauca*, *Isatis cappadocica*, Morphological properties, Indigo content

2020, 64 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin bütün aŐamalarında yardım ve desteklerini esirmeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Tahsin KARADOĞAN'a sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Tez materyallerinin temininden HPLC analizlerinin yapılması sürecine kadar gerekli altyapıyı sağlayan ve bana bilgi ve deneyimlerini aktaran Sayın Prof. Dr. Hasan BAYDAR'a sonsuz Őukranlarımı sunarım.

Tez sürecinde maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen bilgi ve deneyimlerini paylaŐan Sayın Prof. Dr. İsa TELCİ'ye teŐekkürü bir borç bilirim.

Tez materyallerimin renk ve haslık özelliklerinin incelenmesinde büyük katkılar sağlayan Sayın Doç. Dr. Meliha OKTAV BULUT'a teŐekkürü borç bilirim.

Tez materyalimin temin edilmesindeki yardımlarından dolayı Michael Bischof'a; tezimde boyarmadde analizleri ve boyama konusunda yardımını esirgemeyen Dr. Fetullah TEKİN'e çok teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin her aŐamasında yanımda olan üzerimde çok büyük hakkı ve emeği olan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Muhammed BIYIKLI
ISPARTA, 2020

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çivit otu (<i>Isatis cappadocica</i> , <i>Isatis tinctoria</i> , <i>Isatis glauca</i>) türlerinin doğadan toplanmasına ait görüntüler	26
Şekil 3.2. Çivit otu türlerinin (<i>Isatis tinctoria</i> , <i>Isatis floribunda</i> , <i>Isatis glauca</i>) serada yetiştirilmesi	27
Şekil 3.3. Deneme tarlasında kültürü yapılan çivit otu türlerine ait bir görüntü.....	27
Şekil 3.4. Çivit otu ekstraksiyonuna ait görüntüler.....	28
Şekil 3.5. Boyarmadde oranının HPLC ile tayini	28
Şekil 3.6. Yıkama haslıklarının belirlenmesinde kullanılan cihaz.....	29
Şekil 3.7. Taze çivit otu yapraklarıyla boyanan yün iplik.....	29
Şekil 4.1. <i>Isatis</i> türlerinin morfolojik özelliklerine ilişkin histogram grafiği	31
Şekil 4.2. <i>Isatis</i> türlerine ait bitki boyu ortalama değerlerin değişimi	33
Şekil 4.3. <i>Isatis</i> türlerine ait yaprak eni ortalama değerlerinin değişimi.....	37
Şekil 4.4. <i>Isatis</i> türlerine ait yaprak boyu ortalama değerlerinin değişimi.....	39
Şekil 4.5. <i>Isatis</i> türlerine ait gövde çapı ortalama değerlerinin değişimi.....	42
Şekil 4.6. <i>Isatis</i> türlerine ait bitki başına taze yaprak verimi ortalama değerlerinin değişimi.....	43
Şekil 4.7. <i>Isatis</i> türlerine ait meyve eni ortalama değerlerinin değişimi.....	45
Şekil 4.8. <i>Isatis</i> türlerine ait meyve boyu ortalama değerlerinin değişimi.....	47
Şekil 4.9. <i>Isatis glauca</i> türlerine ait indigo içeriklerinin ortalama değerlerinin değişimi.....	49
Şekil 4.10. <i>Isatis tinctoria</i> türlerine ait indigo içeriklerinin ortalama değerlerinin değişimi	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Tüm <i>Isatis</i> türlerinin normal dağılıma uygunluk analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.2. <i>Isatis</i> türlerinin bitki boylarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu	33
Çizelge 4.3. <i>Isatis</i> türlerinin yaprak enine ait tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu ...	36
Çizelge 4.4. <i>Isatis</i> türlerinin yaprak boyuna ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu	39
Çizelge 4.5. <i>Isatis</i> türlerinin gövde çapına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu	41
Çizelge 4.6. <i>Isatis</i> türlerinin bitki başına taze yaprak verimine ait ortalama değerler.....	43
Çizelge 4.7. <i>Isatis</i> türlerinin meyve enine ait ortalama değerler.....	44
Çizelge 4.8. <i>Isatis</i> türlerinin meyve boyuna ait ortalama değerler	46
Çizelge 4.9. <i>Isatis</i> türlerinin indigo içeriğine ait ortalama değerler.....	49
Çizelge 4.10. <i>Isatis tinctoria</i> türüne ait yıkama haslık değerleri	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
D	Doğu
dk	Dakika
DMF	Dimetil formamid
g	Gram
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
K	Kuzey
K ₂ O	Potasyum
kg/da	Kilogram/dekar
l	Litre
m	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimol
N	Azot
P ₂ O ₅	Fosfor
pH	Hidrojenin gücü
ppm	Milyonda bir birim
S	Kükürt
VK	Varyasyon katsayısı
%	Yüzde
µM	Mikromol

1. GİRİŞ

Dünya genelinde bilinçli tüketicilerin artmasıyla birlikte tıp, eczacılık, kimya, tekstil, gıda, tarım, hayvancılık, kozmetik ve diğer birçok sektör “Ekolojik Ürün” teması üzerinde durmaktadır. Son zamanlarda sentetik ürünlerin kullanımına yönelik olumsuzlukların rahatsız edici boyutlara ulaşması nedeniyle doğal ve sürdürülebilir hammadde kullanımına eğilim giderek artmaktadır.

Birçok endüstride olduğu gibi tekstil endüstrisinde de atıklarının çevreye verdiği zararlar düşünüldüğünde ekolojik üretimin desteklenmesi, üzerinde durulacak önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Çevresel açıdan risk taşıyan sentetik boyarmaddelerin her yıl 700.000 tondan fazlasının kanala boşaltıldığı bilinmektedir (Bulut ve Akar 2012). İnsan ve çevre üzerine zararlı etkiler gösterdiği bilinen sentetik boyarmaddelerin kullanımından kaynaklı sorunlarda gittikçe artmaktadır. Bu sorunlar arasında; mutasyon hızlandırıcı (Mathur ve Bhatnagar, 2007; Jager vd., 2004; Przybojewska vd., 1989), genotoksik (Sharma ve Sobti, 2000), kanserojen, işlev bozukluğu ve sperm hareketini engelleyici etkiler yer almaktadır (Doğan vd., 2005; Birhanlı ve Özmen, 2005; Hoke ve Ankley, 2005). Bununla birlikte sentetik boyalar alerjiye, toksik atıklara ve insan vücudunda zararlara neden olabilmektedir (Samanta ve Agarwal, 2009). Bu nedenle son yıllarda doğal boyalarla ilgili çalışmalar hız kazanarak sentetik boyaların zararlarından kurtulma çabalarına başvurulmuştur. Bu arayışın bir sonucu olarak ise insanlar, kendilerini boyarmaddelerle süsleyerek doğanın rengine bürünen, halı, kilim ve diğer tekstil ürünlerini canlandıran, geleneksel tıpta çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan doğal boya bitkilerinin farkına varmayı ve onların kaynağına ulaşmayı başarmışlardır. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi tarafından 1982’de başlatılan Doğal Boya Araştırma Geliştirme (DOBAG) kapsamında doğal boyalarla boyanmış ve tezgâhlarda dokunmuş eski halı ve kilimler incelenmiş, ince tabaka kromatografisi (TLC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi-kütle spektrofotometresi (HPLC/MS) gibi teknikler sayesinde renklerin hangi boya bitkisi, boyar madde ve mordanlarla elde edilmiş oldukları saptanmıştır (Baydar ve Bıyıklı, 2019).

Anadolu, kök boyamacılık kültürünü hünerli dokuma ve boyama ustalarından daha çok florasındaki çok zengin boya bitkilerinin varlığına borçludur. Türkiye florasında

50 familyaya ait 123 bitki türünün doğal boya kaynağı olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. On bine yakın bitki tür çeşitliliği barındıran Anadolu florası yeni doğal boyarmadde kaynaklarının keşfedilmesi için büyük fırsatlar sunmaktadır. Hâlihazırda araştırılmadığı için boyarmadde yönü keşfedilmemiş binlerce bitki tür ve çeşidi boyamacılık sanatının gelişmesi için büyük umut vaat etmektedir. Bilhassa botanik adında *tinctoria*, *tinctorius*, *tinctorium* veya *tinctorum* geçen türler (*Alkanna tinctoria*, *Anthemis tinctoria*, *Genista tinctoria*, *Isatis tinctoria*, *Rhamnus tinctoria*, *Carthamus tinctorium* ve *Rubia tinctorum* vb.) boyamacılıkta özel yeri olan ve çok güçlü renkler veren bitkilerdir.

19. yüzyılın ikinci yarısında bazı sentetik boyarmaddeler üretildikten sonra doğal boyamacılık ortadan kalkma noktasına gelmiştir. Her ne kadar Anadolu dokumacılığı ve doğal boyamacılık giderek gerilemeye ve unutulmaya yüz tuttuysa da halen bazı illerimizde geleneksel olarak devam ettirilmektedir. Binlerce yıldır gelenekselleşen kök boyalı ipliklerle dokuma sanatı İzmir (Bergama, Selçuk), Manisa (Yunt Dağı, Demirci, Kula, Gördes), Çanakkale (Ayvacık), Balıkesir (Sındırgı), Denizli, Muğla (Milas, Bodrum), Uşak (Eşme), Afyon, Konya (Ladik), Kayseri (Yahyalı), Antalya (Döşemealtı), Isparta, Burdur (Bucak), İzmit (Hereke), Sakarya, Bilecik (Söğüt), Bursa, Samsun, Tokat, Niğde, Aksaray, Kars, Van ve Siirt gibi illerimizde yaşatılmaya çalışılmaktadır (Baydar ve Bıyıklı, 2019).

Anadolu'da kökboyamacılığının en başında gelen bitkilerden biri olan çivit otunun (*Isatis* sp), dünyada yaygın olarak kullanılan en önemli mavi renk kaynağı olduğu bilinmektedir. Çivit otu, antik çağlardan beri sadece boya bitkisi olarak değil aynı zamanda antikanser, antitümör, böcek öldürücü etkilerinden dolayı, kanama durdurucu, iltihap önleyici, kanser ve ülserle karşı koruyucu olarakta kullanılmıştır (Zhou ve Qu, 2011). Bu türe ait bitkilerin yüzü aşkın sayıda sekonder metabolit içerdiği bilinmekte olup bunlardan bazıları, isatin, triptantin, deoksivasisin, isaindigoton, isaindigotidion, kinazolin, indolinon, benzodiazepin, indigo, indirubin gibi indol türevli bileşiklerdir. Bütün bunların yanısıra aromatik ve alifatik karboksilik asitler, glikozitler, amino asitler, izoprenoitler, flavonoidler ve antranoidler gibi bileşiklere sahip oldukları bilinmektedir (Hamburger, 2002). Başta indigo olmak üzere içermiş olduğu önemli metabolitler sayesinde farklı birçok endüstriye hammadde

sağlayan çivit otu (*Isatis* L.), son günlerde populeritesi gün geçtikçe artan önemli ve aranan bir bitki haline gelmiştir.

Dünyada “indigo ağacı” olarak tanınan *Indigofera tinctoria* gerçek çivit mavisi rengin elde edilen türdür. Ancak bu tür sadece tropikal ve yarı tropikal iklimin hakim sürdüğü ülkelerde yayılış gösterdiğinden Türkiye florasında bulunmamaktadır. Bu nedenle Türkiye florasında yayılış gösteren bütün *Isatis* türlerinde indigo miktarının ve boyama özelliğinin belirlenmesine yönelik çok kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Bu tez çalışmasında, Isparta Merkez ve ilçelerinde yayılış gösteren bazı *Isatis* türlerine ait bitki taksonlarının yayılış alanlarının, morfolojik özelliklerinin, boyarmadde içeriklerinin ve boyama özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Çivit Otunun Tarihçesi ve Yayılışı

Antik yazılar ve bazı tarihi bulguların kaynaklık ettiği bilgilere dayanarak *Isatis tinctoria*'nın tarihinin çok eskilere dayandığı bilinmektedir. MÖ 7. yüzyıl tabletleri incelendiğinde tarih öncesi devirlerde direkt, mordanlı ve küp boyama gibi yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Mavi rengin eldesinde çivit otu kırmızı rengin eldesinde kökboya, mor rengin eldesinde kökboya ve çivit otu son olarak da yeşil rengin eldesinde çivit otunun kullanılabildiği görülmüştür (Karadağ, 2007).

Çivit otundan elde edilen boyarmadde sadece boya maddesi olarak değil aynı zamanda duvar resimleri ve tablolar da yerini almış, kâğıt boyamacılığı gibi alanlarda da kullanılmıştır. Tarihin eski dönemlerinde dini törenlerde İngiliz kadınlar vücutlarını maviye boyamak istediklerinde bu bitkiye başvurmuşlardır (Plinio, 1985). Ayrıca bu bitki Eski Mısır'da asaletin bir göstergesi olarak kralların elbisesinin boyanmasında kullanılmıştır (Kızıl ve Arslan, 2001). İtalya'da yapılan kazılarda Demir Çağı'ndan kaldığı düşünülen bir yatırda mavi renkteki bir kadın elbisenin çivit otundan yapıldığına dair bilgiler gün yüzüne çıkmıştır (Guarino vd., 2000). Ayrıca Neolitik Taş Devri'nde Fransa'da yapılan kazılar sonucunda Adaouste Mağarası'nda bulunan liflerden çivit otu boyası kullanıldığı bilinmektedir (Cardon, 2003). New York'ta yapılan kazılarda ise çivit otu yapraklarından oluşan bir boya banyosu bulunmuştur (Tomlinson, 1985). Avusturya (Dürnberg), Danimarka (Lonne Hede), Almanya (Korber-Grohne)'daki kazılarda da benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır. İran'ın kuzeybatısında yapılan kazılarda işçi kıyafetlerinde yine aynı şekilde çivit otuyla yapılmış boyaya rastlanmıştır (Mouri vd., 2014).

Yapılan araştırmalara göre *Isatis tinctoria* (*I. tinctoria*) türünün orjininin Orta Asya olmasına karşın daha sonra batıya doğru kayarak Avrupa'ya kadar yayıldığı görüşü ileri sürülmüştür (Spataro vd., 2007). Diğer bir görüşe göre ise; bu bitkinin kaynağının Güneydoğu Rusya'daki otlak alanlar olduğu ve buradan da Avrupa'nın geri kalan kısmına ve daha sonra da Doğu Asya'ya yayıldığı ortaya atılmıştır (Hamburger, 2002). Çivit otunu ekstrakte etme ve boyama özelliklerini kullanma sanatını ilk öğrenenler Romalılar olmuştur. Daha sonra bu sanat İtalya'ya kadar yayılmıştır (Cesare, 1989).

Güney ve Orta İtalya'da yaygın olarak yetiştirilen *I. tinctoria* bitkisini kullanan Pompei halkı yapmış oldukları boya çalışmalarında kullandıkları çivit otu ile bu bitki üzerine uzmanlık kazanmıştır (Guarino vd., 2000). Ustalar çivit otu bitkisini ezdikten sonra alkali bir ortamda fermente edip macun haline getirerek boyamalarda kullanmışlardır. İlerleyen dönemlerde İtalya indigonun en önemli üretim merkezi haline gelmiştir. İtalya'nın yanısıra Fransa, Almanya ve Hollanda gibi ülkelerde de yaygın olarak üretim ve ticareti yapılmıştır (Spataro vd., 2007; Hurry, 1930). 16.yy'da Osmanlı'da da çivit otu boya ticaretindeki yerini almıştır. Örneğin Tokat'ta 1552-1553 yılları arası kalite yönünden zayıf olarak değerlendirilen 7 kg çivitin değeri 360 akçe iken üstün kalitedeki 7 kg çivitin değeri ise 540 akçe olmuştur (Faroqhi, 1993).

Roma İmparatorluğu'nun çöküşüyle boya zanaatını da içine alan birçok faaliyet alanı durma noktasına gelmiştir. Çivit otunun kültürü terkedilmiş, fakat boyanın kültürel mirası bozulmamıştır. Daha sonraki dönemlerde, *Indigofera tinctoria* bitkisinin tanınmasıyla birlikte bu bitki çivit otunun yerini almaya başlamıştır. Öte yandan Güney İtalya'da *Isatis tinctoria* kullanılarak üretilen ürünlerde azalma olduğu için üreticiler bu düşüşü protesto etmiştir. Bunun bir sonucu olarak devlet düzenlemeleriyle ve kanun gereğince *Indigofera tinctoria* üretimi yasaklanmıştır. Ancak ilerleyen zamanlarda Bourbons tarafından yapılan girişimlerle 18.yüzyılda tekrar bir canlanma meydana gelmiştir (Gasparrini, 1845). Bu amaca yönelik 1750 yıllarında İtalya'nın Caserta şehrinde çivit otu ekstraksiyonu için büyük bir fabrika kurulmuştur. Bu fabrika 1830 yılına kadar varlığını sürdürmüştü, daha sonraki yıllarda ise kapatılmıştır (Guarino vd., 2000). Çivit otu tarımı, 19.yy.'ın sonlarında sentetik boyaların yaygınlaşmasıyla birlikte yok olmaya doğru giden bir azalış göstermiştir.

2.2. Çivit Otu (*Isatis* sp.) Türlerinin Botanik Özellikleri

2.2.1. *Isatis tinctoria*

Lahanagiller (*Brassicaceae*) familyasına ait olan *Isatis* cinsi içerisinde yaklaşık olarak 79 tür barındırmaktadır (Al-Shehbaz vd., 2006). Bu türlerden 26 tanesi ülkemizde doğal olarak yayılış göstermektedir (Yıldırım, 1987). Bunlardan boyarmadde içeriği yönünden ön plana çıkan *I. tinctoria* tek yıllık, iki yıllık veya çok yıllık, yarıçalımsı veya otsu formda olabilen bir bitkidir. İki yıllık otsu yapıda olan türler ilk yılda rozet

yapraklara sahipken; ikinci yılda 1,5 m yüksekliğe ulaşabilen sap oluşturmaktadır (Von Cossel vd., 2019). *I. tinctoria* türlerinin tek veya dallanmış yapıdaki bitki gövdesi, yeşil veya mor renkli olup tüylü veya tüysüz özelliktedir. Nisan-Mayıs dönemlerinde çiçek açan *I. tinctoria*'nın çiçek sapı içe kıvrılmış ince halde iken bu yapı meyve oluşturma döneminde kalınlaşmaktadır. (Yıldırım, 1987)

2.2.2. *Isatis cappadocica*

Isatis cappadocica (*I. cappadocica*), rozet yapraklara sahip çok yıllık bir türdür (Kerimi vd., 2009). Hızlı büyüme gösteren bu tür oldukça yüksek bir biyokütleyle sahiptir. Gövde özelliklerine bakıldığında 16-47 cm arasında değişen bu yapı genelde yeşil çok nadiren de mor renkte olup yuvarlak ve tüylerle örtülüdür. Dip yapraklar 2-10x0,6-2 cm'e kadar uzayan ters mızrak şeklinde, genellikle düz nadir olarak kenarlı özellikte olup yeşil sarımsı tüylerle örtülüdür. 5-30x3-20 mm çapa sahip olan meyvelerin şekli ise eliptik, oval, ters yumurta, baklavamsı ve daireseldir (Yıldırım, 1987).

2.2.3. *Isatis glauca*

Tek yıllık veya çok yıllık bir bitki türü olan *Isatis glauca* (*I. glauca*) türünün kromozom sayısı 14 olmakla birlikte sap boyu 35-140 cm yüksekliğe kadar ulaşmaktadır. Yeşil veya mor renge sahip olan sapsız veya silindirik yapıda olup tüylü ya da tüysüz şekildedirler (Görgülü vd., 2012). Bitki dip yaprakları 7-38x0,8-6 cm'ye kadar uzanabilen mızrak şeklinde, düz kenarlı, nadiren geniş dişli, derimsi yapıda, uzun sapsız yapraklara sahip olup asimmetrik haldedir. Meyve çapları 8-32x4-12 mm olan bu tür oldukça polimorfik özellik göstermekte olup, İç Anadolu Bölgesi'nde yoğunlukta bulunmaktadır (Yıldırım, 1987).

2.2.4. *Isatis floribunda*

Isatis floribunda (*I. floribunda*), iki yıllık veya çok yıllık olabilen bir bitki türüdür. Bu türün gövde uzunluğu 35-85 cm arasında değişmektedir. Gövde genel olarak yeşil renkte olup nadiren mor renkte olabilmektedir. Yoğun çiçekler açan bu türde çiçek dalları gövde eksenine 30-40° dar açı ile konumlanmış olup tüylerle sarılı haldedir.

Meyve 13-20x2-3,5 mm, oblong, bazen “V” şeklinde ve tüylü olabilmektedir (Yıldırım, 1987).

2.3. Farmakolojik Aktivitesi

Isatis türleri içeriğinde bulunan önemli metabolitler sayesinde göstermiş oldukları farmosötik etkilerden dolayı başta tıp ve eczacılık olmak üzere birçok alana hizmet etmektedir. Bu türler arasında yer alan *Isatis tinctoria* bitkisi geleneksel tıpta kullanılan önemli bitkilerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle Çin tıbbında “Banlangen” olarak adlandırılan bitkinin kuru kökleri işlenip granül haline getirilerek eczanelerde baş ağrısı, öksürük, ateşli hastalıklar için satılmaktadır. Ayrıca Çin’de lösemi tedavisinde *I. tinctoria*’nın kullanıldığına ilişkin bilgiler de mevcuttur. Geçmişten günümüze dek geleneksel tıpta birçok hastalığın tedavisinde kullanımına başvurulmuş bu bitki, geleneksel olarak kullanılan sanat ve becerilerin gelişen modern bilim ve teknoloji ile harman edilmesi sonucu farmosötik anlamda daha da değer kazanmıştır. İçerisinde bulunan glukobrasisin bileşiği sayesinde antikanser ajanı olarak kullanılan *Isatis tinctoria* ayrıca soğuk algınlığı, ateşli hastalıklar, gırtlak kanseri, boğaz ağrısında da başvurulmuş bir bitkidir (Li, 2010). Bütün bunlara ek olarak böcek ve yılan ısırıkları ile grip virüsüne karşı etkili olduğu da klinik testlerde kanıtlanmıştır. Yapılan laboratuvar çalışmalarında *I. tinctoria* bitkisinin yapraklarının diklorometanla ekstre edilmesi sonucu elde edilen ekstraktların farelerde ödem oluşumunu engellemesi ile iltihapları önleyici etki gösterdiği kanıtlanmıştır (Recio vd., 2006). Fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada da akciğer enfeksiyonuna karşı olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Song vd., 1996).

Isatis tinctoria’nın 7 farklı bakteri ve 4 farklı mantar suşuna karşı antibakteriyel etkinliğin araştırıldığı bir çalışmada; antibakteriyel özellik gösteren bitki kısımları sırasıyla yaprak, dal, kök, çiçek olmuştur. Bu kısımlardan çiçek, *Klebsiella pnömonisi* ve *Micrococcus luteus*’a karşı etkili olduğu tespit edilirken, kökler *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa*’ya karşı daha etkin olduğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca dallar haricinde tüm kısımların antifungal etkinlik gösterdiği görülmüştür (Ullah vd., 2017).

Diğer *Isatis* türlerine değinilecek olursa bunlardan *I. cappadoccia* 'nın İnan geleneksel tıbbında romatizma, astım, egzama, ateş, baş ağrısında başvurulmuş bir bitki olduğu belirtilmiştir (Küpeli vd., 2008). Ayrıca *I. cappadoccica*'nın antioksidan, antimikrobiyal etki göstermesinden dolayı gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde doğal bir kaynak olarak kullanılabileceği fikri mevcuttur. Diğer bir tür olan *I. floribunda*'nın ise gıda ve yem endüstrisinde doğal bir kaynak olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca insan ve balık patojenlerine karşı değerlendirilebileceği de ortaya konmuştur (Güner vd., 2019). *I. glauca* ise önemli derecede ağrı kesici ve orta derecede iltihap önleyici etkisinin olduğu bilinmektedir (Rezaeipoor vd., 2000).

2.4. *Isatis* Türleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Ekim (1987), ülkemizde *Brassicaceae* familyasına ait bazı türleri bal verimleri yönünden kıyaslamıştır. Bunlar arasında *I. tinctoria* (15 kg/da) türünden lahana (7,5 kg/da), beyaz hardal (6,25 kg/da) ve yabancı rokaya (2,5 kg/da) göre daha yüksek bal verimi elde etmiştir. Aynı araştırmacı *I. tinctoria*'nın bal veriminin kolza ile eşit ve yabancı hardaldan (30 kg/da) daha düşük olduğunu ifade etmiştir.

Tansı (1988), Çukurova ekolojik koşullarında *I. tinctoria* türünün morfolojik ve tarımsal karakterlerinin belirlenmesi üzerine yaptığı bir araştırmada ortalama bitki boyunu 65.11-94.89 cm, yaprak uzunluğunu 8.51-17.24 cm, yaprak genişliğini 1.70-4.01 cm, yaprak sayısını 8.76-17.47 adet/bitki, dal sayısını 3.05-5.95 adet/bitki, bir bitkideki tohum sayısını 257.08-1310.92 adet/bitki, bir şemsiyedeki çiçek sapı sayısını 10.07-28.50 adet/bitki, meyve uzunluğunu 1.29-1.44 cm ve meyve genişliğini ise 0.27-0.32 cm olarak kaydetmiştir. Araştırmacı elde etmiş olduğu verilere dayanarak *I. tinctoria* türünün morfolojik özellikler yönünden geniş bir varyasyona sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Kızıl (2000), bazı *Isatis* türlerinde ekim sıklığının agronomik karakterler üzerine etkisini incelemiştir. Bu türler arasında yer alan *I. tinctoria* türünde ortalama bitki boyunu 116.50- 119.33 cm, bitki başına yaprak sayısını 12.85-16.68 adet/bitki, yaprak uzunluğunu 13.27-15.22 cm, yaprak sapı uzunluğunu 3.73-4.41 cm, yaprak genişliğini 4.04-4.36 cm, gövde çapını 7.625- 8.325 mm, ilk dallanma yüksekliğini 77.55-81.08 cm, meyve uzunluğunu 1.333-1.455 mm, meyve genişliğini 2.465-2.893 cm, bin

meyve ağırlığını 4.015-4.465 g, bin tohum ağırlığını 1.190-1.463 g ve son olarak da meyvede kabuk oranını %69.24 olarak belirlemiştir. Araştırmacı elde etmiş olduğu sonuçlara dayanarak ekim sıklıklarının morfolojik özellikler üzerinde önemli etkisi olduğunu, 40x20 cm ekim sıklığında en düşük 60x10 ve 60x20 cm ekim sıklığında ise en büyük değerlerin elde edildiğini tespit etmiştir. Bu araştırmada boyarmadde yönünden ekim sıklıklarının etkisinin önemli olmadığı *Isatis tinctoria* ve *Isatis constricta* 'ya ait indikan miktarlarının sırasıyla %0.34 ve %0.39 aralığında değiştiği bildirilmiştir.

Oberthür vd. (2004), hasat öncesi uygulamalarının *Isatis tinctoria* ve *Isatis indigotica* bitkilerindeki indigo öncülleri üzerine etkisini araştırmıştır. *I. tinctoria* L. ve *I. indigotica*'da birinci yıl rozet yapraklardaki isatan A içeriğinin *I. tinctoria*'da kuru ağırlığın %7.6'sına ve *I. indigotica*'da ise %21.8'e kadar ulaştığı saptanmıştır. Yaprak örneklerinde yüksek konsantrasyonda isatan A ve isatan B konsantrasyonları tespit edilmesine karşın indikan içeriğinde azalmalar meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu bulgulara ek olarak araştırmacılar normal oda koşullarında veya 40 °C'de geleneksel kurutma koşulları altında isatan A ve B içeriğinin tamamen yok olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşılık indikan konsantrasyonunun, normal ortamda kurumaya bırakılan ve 40 °C'de kurutulan yaprak numunelerinde sırasıyla 3 ve 5 kat daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Monaco vd. (2005) tarafından *I. tinctoria* 'nın ışık, toprak azotu ve su faktörlerine karşı göstermiş olduğu morfolojik ve fizyolojik tepkiler araştırılmıştır. Bu amaçla, bitkiler 8 litrelik saksılarda %50 ve %100 ışık alan farklı iki ortamda 50 ve 100 ml/gün toprak suyu ile 0-20 mg N/kg uygulanarak yetiştirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, toprak azotunun zenginleştirilmesi bitkilerde herhangi bir etkiye neden olmazken gölgeli ortamda yetiştirilen bitkilerde yaprak alanı, sürgün/kök oranında değişimler meydana geldiği ifade edilmiştir.

Campeol vd. (2006), indigo üretimi için uygun bitki türünü seçmek adına yaptıkları araştırmada İtalya ılıman ikliminde *Isatis tinctoria* ve *Polygonum tinctorium* bitkilerinin kültürünü yapmışlardır. Bitki boyu iyi sulama şartları altında her iki bitkide de doğal yağışla beslenen bitkilere göre daha yüksek değerler vermiştir. Farklı sulama koşullarında *Isatis tinctoria* 'daki indigo verimlerinin yakın değerlere (0.08-0.09

g/bitki) sahip olduğu tespit edilirken *Polygonum tinctorium* türünde ise indigo veriminin iyi sulama şartları altında daha yüksek olduğu (2.5 g/bitki) araştırmadaki sonuçlar arasında yer almıştır. Ayrıca *Isatis tinctoria* türünün *Polygonum tinctorium* türüne göre kuraklığa daha dayanıklı olduğu ortaya konmuştur. Verileri topluca değerlendiren araştırmacılar, sulama sorunu olmadığı alanlarda *Polygonum tinctorium* türünün *Isatis tinctoria* türüne göre daha üretken ve sürdürülebilir olduğunu açıklamışlardır.

Sales vd. (2006), İspanya ekolojik koşulları altında yürütmüş oldukları çalışmalarında *I. tinctoria* ve *I. indigotica*'da indigo üretkenliğinin üzerine ekim tarihinin, bitki yoğunluğunun, fide şaşırtmasının ve azot gübrelemesinin etkisini araştırmışlardır. Bu bağlamda araştırmacılar, standart azot gübrelemesini ekimden önce 10 kg/da N ve her hasat sonrası 5 kg/da N olacak şekilde uygulamışlardır. Değerlendirmeye almış oldukları N oranlarını, ekimden önce ve her hasattan sonra sırasıyla 0+0 kg/da (kontrol), 10+5 kg/da (standart) ve 20+10 (yüksek) kg/da N olarak belirledikten sonra 20 kg/da N dozunun önemli etkisinin olduğunu ve indigo miktarının 0.3 g/kg'dan 0.5 g/kg'a kadar yükseldiğini tespit etmişlerdir. İndigo veriminde dikim tarihinin ilk yıl, azot gübrelemesinin ikinci yıl daha etkili olduğu bildirilmiştir. Aralık, Ocak, Şubat, Mart ekimlerinde ilk yıl 0.6-0.8 g/kg indigo saptarken ikinci yıl bu değer 0.3-0.7 g/kg olduğu ve Aralık ekimlerinde indigo oranının daha fazla tespit edildiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar, *Isatis tinctoria*'nın iklim koşullarına olan uyumunun *Isatis indigotica*'dan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak İspanya'daki *I. tinctoria* indigo veriminin Kuzey ve Orta Avrupa'dan daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Akar (2006), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yayılış gösteren bazı *Isatis* türlerini morfolojik ve boyama özellikleri yönüyle değerlendirmiştir. Kültüre almış olduğu *I. glauca* subs *glauca* türünün bitki boyunun 40-65 cm, dallanma sayısının 4-8 adet/bitki, gövde ağırlığının 14.5-23 g, kuru yaprak ağırlığının 2.4-4.7 g, meyve boyunun 12-21 mm, meyve eninin 5-8 mm, yaprak boyunun 7.5-15 cm yaprak eninin 2.9-8.4 cm ve meyve bin dane ağırlığının ise 10.2-14 g aralığında değerlere sahip olduğunu tespit etmiştir. *I. tinctoria* türüne ait yapmış olduğu morfolojik değerlendirmeler sonucunda ise bitki boyunun 53-121 cm, dallanma sayısının 2-12 adet/bitki, gövde ağırlığının 16-38 g, kuru yaprak ağırlığının 1.65-3.82 g, meyve boyunun 10-17 mm,

meyve eninin 2-4 mm, yaprak boyunun 6.7- 21.3 cm, yaprak eninin 2.1-5.6 cm ve meyve bin dane ağırlığının ise 3.3-3.5 g aralığında değer aldığını ifade etmiştir. İndikan içeriğini *I. glauca* subs. *glauca* türünde 0.636 mg/ml olarak belirlerken *I. tinctoria* türünde 11.34 mg/ml olarak tespit etmiştir.

Kızıl (2006), kültürü yapılan (*I. tinctoria*, *I. glauca* Auch. ex Boiss.) ve doğadan toplanan (*I. cochlearis* Boiss., *I. aucheri* Boiss., *I. demiriziana* Mısırdalı) bazı *Isatis* türlerini Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirmiş ve bu türleri morfolojik ve agronomik özellikler yönünden gözleme tabi tutmuştur. Yaptığı bu gözlemler sonucunda *Isatis tinctoria* ve *I. glauca* türlerine ait ortalama bitki boyunu sırasıyla 91 ve 113.4 cm, gövde çapını 7.80 ve 10.84 mm, dal sayısını 16.8 ve 5.0 adet/bitki, bitki başına tohum sayısını 17918 ve 10182 adet/bitki, tohum uzunluğunu 15.9 ve 18.04 mm ve tohum enini 4.03 ve 6.53 mm olarak tespit etmiştir.

Moazzeni vd. (2007), 23 *Isatis* türünün tohum özelliklerini incelemişlerdir. Tohum uzunluklarının değerlendirildiği bu araştırmada *I. buschiana* 3.12 mm, *I. kotschyana* 4.2 mm, *I. campylocarpa* 2.3 mm, *I. cappadocica* ssp. *cappadocica* 4.5 mm, *I. cappadocica* ssp. *macrocarpa* 5.5 mm, *I. cappadocica* ssp. *stenophylla* 4.5 mm, *I. cappadocica* ssp. *subradiata* 4.5 mm, *I. tinctoria* 3 mm, *I. cochlearis* 2.7 mm ve *I. lusitanica* 3.6 mm olarak ölçülmüştür.

Angelini vd. (2007), *Isatis tinctoria* ve *Isatis indigotica* türlerinin indigo öncüllerinin ve yaprak verimlerinin farkını ortaya çıkarmak istedikleri bir çalışmada *I. tinctoria*'nın hasattan sonra yüksek büyüme oranları ve biyokütle üretimi ile Akdeniz iklim koşullarına iyi adapte olabildiğini ancak *I. indigotica*'nın daha yüksek indigo öncül içeriği ve yaprak ağırlığının olmasına rağmen iklim koşullarından daha fazla etkilendiğini ifade etmişlerdir. Boyarmadde tespitinin HPLC ile yapıldığı bu araştırmada, *I. tinctoria*'da isatan B (1-2 g/kg) içeriğinde, indikan (0.3-0.7 g/kg) içeriğinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. *Isatis indigotica*'da benzer şekilde indikan içeriği (0.3-0.6 g/kg) ve hasat başına taze yaprak veriminde (1-2 ton/da) önemli farklılıklar bulunmuştur. *I. indigotica*'nın daha yüksek isatan B içeriğine sahip (sırasıyla 4.9 g/kg ve 1.5 g/kg) olduğu ve özellikle bu tür başta olmak üzere her iki türde de isatan B'nin, ana öncül madde olduğu ortaya konmuştur.

Rocha vd. (2011), 9 farklı ülkeden temin etmiş oldukları *Isatis tinctoria* türlerini morfolojik karakterizasyon, indigo ve indigo öncülleri yönünden değerlendirmişlerdir. Portekiz-Maderia ve İngiltere'den temin edilen türlerin maksimum yaprak uzunluğuna (14.00 ve 14,06 cm) ve maksimum yaprak genişliğine (4.06 ve 3.50 cm) sahip olduğunu, fakat yaprak sayısı (28.8 ve 21.2 adet/bitki) bakımından daha düşük değerlerde olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca maksimum bitki boyunun Kazakistan (87 cm) ve Portekiz Coimbra (84.9 cm)'dan, en yüksek toplam ağırlığın (21 g) ve en yüksek bindane ağırlığının (7.53 g) Portekiz-Maderia'dan temin edilen türlerden elde edildiğini ortaya koymuşlardır. Bunlara ek olarak, en uzun çiçeklenme süresine Avusturya (23 gün) türünün, en kısa çiçeklenme süresine ise İspanya (9 gün) türünün sahip olduğunu ifade etmişlerdir. İndigo içeriklerinin 0.304 g/kg (Belçika)-0.501 g/kg (Kazakistan); indikan içeriklerinin 0.538 g/kg (İspanya)-2.116 g/kg (Avusturya); isatan B içeriklerinin 0.525 g/kg (İspanya)-5.059 g/kg (Almanya); isatan C içeriklerinin 0.147 g/kg (Belçika)-0.278 g/kg (İngiltere); indoksil içeriklerinin 0.257 g/kg (Portekiz-Coimbra)-2.047 (İngiltere) ve indirubin içeriklerinin 0.066 g/kg (Polonya)-0.518 g/kg (İtalya) arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Çömlekçioğlu (2011), farklı ekim zamanlarının (Ekim, Kasım, Şubat ve Mart) bazı *Isatis* türlerindeki morfolojik ve kalite özellikleri üzerine etkisini incelemiş olduğu iki yıllık çalışmada, *I. tinctoria*'da maksimum yaprak verimi için en uygun ekim zamanının Şubat-Mart aylarında olduğunu dile getirmiştir. Buna göre araştırmacı ilk yıl ve ikinci yıl ortalama bitki boyunun sırasıyla 45.3-89.4 cm, dal sayısının 5.1-8.9 adet/bitki, bitki başına meyve veriminin 18.6-19.1 g/bitki ve m²deki meyve veriminin ise 161.2-183.7 g/m² aralığında değer olarak artış gösterdiğini bildirmiştir. Buna karşın bin meyve ağırlığı (1.yıl 10.9 g, 2.yıl 8 g), tohum bin dane ağırlığı (1. yıl 2.6 g, 2.yıl 2 g), meyve uzunluğu (1.yıl 16.7 mm, 2.yıl 15.8 mm) ve meyve eninin (1.yıl 4.1 mm, 2.yıl 3.8 mm) ise azalış gösterdiğini belirtmiştir. *I. tinctoria* türünde morfolojik özellikler yönünden en yüksek değerlerin genel olarak kışlık ekimlerden elde edildiğini ifade etmiştir. HPLC ile yapmış olduğu boyarmadde tespiti sonucunda indigo içeriğini 0.341 mg/g (10 Temmuz)-4.187 mg/g (11 Haziran) arasında belirlemiştir. *I. tinctoria* türünde mat mavi, parlak koyu mavi, parlak açık mavi renkler elde etmiştir. Son olarak ışık, sürtme ve yıkama haslıklarını inceleyen araştırmacı 3-4 aralığında değerler elde etmiştir.

Orsini vd. (2012), *I. tinctoria*'da biyokütle ve indigo veriminin üzerine mineral ve organik gübrelerin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, mineral gübre olarak 138 kg/ha üre kullanılırken, organik gübre olarak da bu gübrenin eşdeğeri olan 2 ton/ha martı gübresi kullanılmıştır. Sonuçları değerlendiren araştırmacılar, indigo içeriğini ortalama 0.04 mg/g olarak saptamışlar ve indigo verimi yönünden en iyi uygulamanın üre gübrelemesi olduğunu dile getirmişlerdir. Ayrıca organik gübre (0.51 kg/ha) ve üre (0.60 kg/ha) uygulamalarından kontrole (0.41 kg/ha) kıyasla daha yüksek indigo verimi elde edildiğini vurgulamışlardır.

Görgülü (2012), Anadolu'da yetişen *Isatis glauca*'nın genetik çeşitliliğini ortaya koymak adına planladığı araştırmasında Sivas, Konya, Eskişehir ve Ankara illerinden toplamış olduğu 91 popülasyon üzerinde değerlendirmelerde bulunmuştur. Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizmi (AFLP) yöntemi ile elde etmiş olduğu verilere dayanarak bu popülasyonlarda genetik çeşitlilik düzeyinin oldukça yüksek olduğunu kaydetmiştir. Bununla birlikte *I. glauca* alt türlerini gruplara ayıran araştırmacı, Sivas' tan elde edilen *I. glauca* subsp. *sivasica* 'nın diğerlerinden bağımsız bir grup olduğunu bildirmiştir. Beytepe (*I. glauca* subsp. *glauca*), Polatlı (*I. glauca* subsp. *glauca*), Gölbaşı (*I. glauca* subsp. *glauca*, *I. glauca* subsp. *galatica*), İncek (*I. glauca* subsp. *exauriculata*), Eskişehir (*I. glauca* subsp. *galatica*), Konya (*I. glauca* subsp. *galatica*) popülasyonlarının birbirine daha yakın olduğunu belirtirken, Ayaş (*I. glauca* subsp. *galatica*) popülasyonunun diğer popülasyonlara daha uzak olduğunu dile getirmiştir. Ayrıca ortalama bitki boyunu 81.80- 93.29 cm, ortalama dal sayısını 13.40-23 adet/bitki, bazal gövde çapını 6.89-10.24 mm, orta gövde çapını 4.32-7.51 mm, meyve uzunluğunu 12.07-22.35 cm, meyve genişliğini 5.85-10.25 cm olarak tespit etmiştir.

Durdu (2013), Kahramanmaraş ekolojik şartlarında *Isatis* türlerinin (*Isatis tinctoria* subsp. *tomentella* ve *Isatis cappadocica* subsp. *stevenia*) morfolojik özelliklerini incelemiş olduğu çalışmada, doğadan toplamış olduğu ve kültürünü yaptığı türleri morfolojik açıdan gözlemlemiş ve bir kıyaslamada bulunmuştur. Bu kıyaslamalar sonucunda kültüre alınan her iki türde de doğadaki türlere nazaran daha yüksek değerlerin elde edildiğini vurgulamıştır. Buna ek olarak biçim zamanlarının her iki türde de indigo içeriğine önemli etkisi olduğunu açıklayan araştırmacı, *I. tinctoria* subsp. *tomentella*'da yaptığı değerlendirmelerde Nisan, Mayıs ve Temmuz ayı indigo

verimlerinin sırasıyla 0,56 mg/g, 1,12 mg/g, 0,92 mg/g olarak değiştiğini ifade etmiştir. *Isatis cappadocica* subsp. *stevenia* türünde ise bu değerlerin sırasıyla 1,5 mg/g, 1,12 mg/g, 0,72 mg/g olarak değiştiğini belirtmiştir.

Çömlekcioğlu vd. (2014), *Isatis tinctoria* ve *Isatis buschiana* türleri, morfolojik ve anatomik özellikler yönünden karşılaştırılmıştır. Sonuçlara ait veriler değerlendirildiğinde, *I. tinctoria* türünde bitki boyu 41-73 cm, gövde çapı 0.2-0.6 cm, dal sayısı 3-7 adet/bitki, kuru gövde ağırlığı 3.54-6.46 g olarak belirlenirken, *I. buschiana* türünde gövde boyu 65-120, gövde çapı 0.9-1.5 mm, dal sayısı 3-5 adet/bitki, kuru gövde ağırlığının da 9.73-14.19 g olarak saptanmıştır.

Çömlekcioğlu vd. (2015), *I. tinctoria* L, *I. buschiana* Schischkin, *I. candolleana* Boiss ve *I. tinctoria* L. subsp. *corymbosa*. (Boiss.) olmak üzere 4. *Isatis* türünün ekstraksiyonu ve boyama standartizasyonu üzerine gerçekteştirdikleri çalışmalarında, indigo üretiminde taze yaprakları kullanmışlardır. Bu amaçla fermantasyon ve sıcak su uygulamasıyla ekstre edilen boyalar farklı pH ve indirgeyici maddeler ile optimize edilmişlerdir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, sıcak su uygulamasından çıkan boyanın pH 11'de arzu edilen boyama kalitesinde olduğu saptanmıştır. İndirgeyici maddelerin ise renk kalitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte ışık haslığı, kuru ve yaş sürtme haslık değerleri 3 ile 3/4 arasında değişirken, yıkama haslığı ise 2 ile 4/5 arasında olduğu ifade edilmiştir. Spektrofometrik yöntemlerle belirlenmiş olan *I. tinctoria* ve *I. candolleana* 'nın indigo miktarları sırasıyla 4.19 mg/g ve 2.53 mg/g olarak saptanmıştır.

Karaman vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada bazı *Isatis* türlerini (*I. aucheri*, *I. buschiana*, *I. candolleana*, *I. cappadocica* subsp. *stevenia*, *I. floribunda*, *I. glauca* subsp. *glauca*, *I. sivasica*, *I. takhtajanii*, *I. tinctoria* subsp. *tomentella*, *I. tinctoria* subsp. *corymbosa*, *I. indigotica*, *I. tinctoria*) boyarmadde yönünden ele almışlardır. Yapılan analizler sonucunda türler arası indigo içeriğinin 0.01-2.80 mg/g arasında değerlerde olduğu belirtmişlerdir. Bitkiler 20-25 cm boya ulaştığı dönemde yapılan ilk hasatta en fazla indigo içeren türün *I. tinctoria* subsp. *tomentella* (2.80 mg/g) olduğu, bir ay sonra yapılan ikinci hasatta en fazla indigo içeren türün ise *I. tinctoria* (2.15 mg/g) olduğu kaydedilmiştir.

Hartl vd. (2015) tarafından çivit otu fermantasyon kazanlarında yapılan deneyler ve boya analizi ile renklerinin değerlendirilmesi üzerine yaptıkları araştırmada, *Isatis tinctoria* L'da üç geleneksel işleme ve boyama yöntemi kullanmışlardır. Taze, yeşil ve dilimlenmiş yapraklarla yapmış oldukları deneyler sonucunda, tipik maviden başka renklerin de ortaya çıktığını ve tüm renklerin ışık haslığı oldukça iyi olduğunu dile getirmişlerdir. Sonuç olarak mavi numunelerdeki en baskın bileşenin indigotin olduğunu ve indirubinin flavonoidlerin daha yüksek konsantrasyonlarda ortaya çıktığında mor, bej ve yeşil renklerin elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Çömlekçioğlu vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada Kahramanmaraş ekolojik koşullarında yetiştirilen 4 *Isatis* türünün (*Isatis tinctoria*, *Isatis candolleana*, *Isatis tinctoria* subsp. *corymbosa*, *Isatis buschiana*) ekim zamanlarının tarımsal özellikler üzerine etkisi incelenmiş, sonuçlar değerlendirildiğinde maksimum yaprak verimi için en uygun ekim zamanının *I. tinctoria* için Şubat-Mart dönemleri olduğu belirtilirken, doğadan toplanan diğer türler için ise en uygun ekim zamanının sonbahar olduğu ifade edilmiştir. Yapılan morfolojik gözlemler sonucunda, en yüksek yaprak verimleri incelendiğinde ilk sırada *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* (1510,9 kg/da)'nın yer aldığı bunu sırasıyla *I. tinctoria* (1518,5 kg/da) ile *I. candolleana* (1090,9 kg/da)'nın takip ettiği vurgulanmıştır. HPLC ile yapılan boyarmadde analizleri sonucunda indikan içeriği yönünden en yüksek verim *I. buschiana* (23.5 mg/g)'dan elde edilirken, bunu sırasıyla *I. tinctoria* subsp. *corymbosa* (21.4 mg/g), *I. tinctoria* (18.2) ve *I. candolleana* (15.2 mg/g) türleri takip etmiştir.

Gai vd. (2019) *Isatis tinctoria*'da *in vitro* şartlarda metil jasmonat (MeJA) ve salisilik asit (SA) uygulamasının alkaloid ve flavonoidler üzerine etkisini araştırdıkları bir araştırmada, *I. tinctoria* bitkisine 28.18 saat boyunca 142.61 µM salisilik asit ve 41.87 saat boyunca da 179.54 µM MeJA uygulamışlardır. Araştırmacılar sonuçları değerlendirdiklerinde bu bitkideki flavonoidlerin ve alkaloidlerin kontrole kıyasla sırasıyla 5.89 ve 11.21 kat oranında arttığını belirtmişlerdir.

Karakaş (2019), *I. demiriziana* türünün *in vitro* kültürlerinde indigo ve triptantrin üretimi üzerine MeJA ve putresinin etkisini incelemiştir. Yapmış olduğu HPLC analizleri sonucunda en yüksek triptantrinin 1.0 mM MeJA uygulamasıyla elde edildiğini ve bütün ortamlarda triptantrinin arttığını ifade etmiştir. Ayrıca en yüksek

indirubin üretiminin ise 0.1 mM MeJA ile muamele sonucu elde edildiğini ve putresinin indirubin üretiminde herhangi bir etkisinin olmadığını ifade ederken, triptatrin miktarında azalmaya yol açtığını bildirmiştir.

Nguyen vd. (2019), kurutulmuş çivit otunun (*Isatis tinctoria* L.) kuru ve taze yaprak ekstraktlarını LC-MS ile analiz etmişlerdir. Verileri değerlendirdiklerinde isatan A, isatan B ve indikan gibi bilinen indigo öncüllerinin yanı sıra daha önce bildirilmemiş yedi indol türevi (asetililin, malonilindikan, 2-dioksindol glikozit, dioksindol malonyilglikozit, 6-hidroksindol-3-karboksilik asit 6-O-glukosid ve 6-hidroksindol-3-karboksilik asit -3-karboksilik asit glukoz esteri) tespit etmişlerdir. Bununla birlikte 122 bileşiğin taze yapraklarda ve beş bileşiğin (indoksil, isatin, indigo, indirubin ve triptantrin) ise kurutulmuş yapraklarda saptandığını rapor etmişlerdir. Buna ek olarak çivit otu yapraklarında fenilpropanoid antioksidanlarının birikmesinin, indoksil, isatin, indigo, indirubin ve triptantrin oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini vurgulamışlardır.

Cao vd. (2019)'nin yapmış oldukları çalışmada, *I.indigotica*'nın azot noksanlığı altında yapraklarında ve köklerinde meydana gelen metabolik değişiklikleri ve bunlardan sorumlu mekanizmaları açığa çıkarmak amaçlanmıştır. Araştırmacılar köklerde yapraklara nazaran daha fazla metabolit olduğunu ve toplam 447 metabolit tespit edildiğini, orta derecede azot eksikliğinin karbonhidrat birikimini artırırken, fazlalığının ise amino asit birikiminde azalmalara yol açtığını vurgulamışlardır. Araştırma sonucunda düşük azot stresinin köklerde (matairesinol, diktamin, serotonin) ve yapraklarda (viteksin, ksantomol, sinapil alkol) bulunan sekonder metabolitlerin birikimini teşvik ettiğini saptamışlardır.

Miao vd. (2019) tarafından *Isatis indigotica* bitkisine farklı dozlarda azot (5, 15 ve 25 mM) ve kükürt (0, 1.25, 2.5, 5 ve 7.5 mM) uygulaması yapılarak, bitki büyümesi, indigo, indirubin ve gen ifadeleri gibi parametreler ele alınmıştır. Yaptıkları bu araştırmanın sonucunda, indigo veriminin 0.60-7.38 mg/g arasında değiştiğini ve en yüksek indigo veriminin ise 15 mM azot ve 1.25 mM kükürt kombinasyonu sonucunda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Von Cossel vd. (2019), Çin Kamışı (*Miscanthus sinensis*) bitkisinin ekolojik performansını artırmaya yönelik yaptıkları bir araştırmada, bu bitkiyi çivit otu (*Isatis tinctoria*) ve sarı taş yoncası (*Melilotus officinalis*) bitkileriyle ayrı ayrı karışık olarak ekmişlerdir. Araştırmacılar elde ettiği bulguları değerlendirdiğinde çivit otu ve sarı taş yoncasının solucan popölasyonunu artırarak pozitif bir ekolojik etki sağladığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte tarım arazilerinde düşük girdili ekim için sarı taş yoncası ile yapılan karışık ekimin çivit otuyla yapılan karışık ekimden daha avantajlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanına Ait İklim ve Toprak Özellikleri

Doğal ortamda ve kültür ortamında yetişen *Isatis* türlerinin araştırılmasına yönelik gerçekleştirilen bu tez çalışması 2019 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliği (37° 50' K ve 30° 32' D, 1008 m) arazisinde yürütülmüştür. Laboratuvar analizleri Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi ve Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Isparta ili Göller yöresinde Akdeniz ikliminin ve Karasal iklimin kesişme noktasında yer alan Batı Geçit Kuşağında bulunmaktadır. Isparta kışları serin ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen bir iklim özelliğine sahiptir. Isparta ilinden güneye doğru gidildikçe Akdeniz iklimi hâkim sürerken, kuzeydoğuya doğru gidildikçe ise Karasal iklim hâkim sürmektedir. Ova ve yayla özelliği gösteren bu il özellikle Eğirdir, Beyşehir ve Kovada Göllerinin meydana getirmiş olduğu etkilerden dolayı mikro-klima havzalarına sahip olmuştur. Isparta iline ait uzun yıllara ilişkin iklim değerleri Çizelge 3.1 de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Isparta ilinin yıllar itibariyle aylık ortalama iklim verileri (DMİGM)

Aylar	Yağış (kg/m ²)		Sıcaklık (°C)		Nispi nem (%)	
	1927-2017	2017-2018	1927-2017	2017-2018	1927-2017	2017-2018
Ekim	80.8	46.5	46.50	13.0	75.2	61.8
Kasım	68.1	41.7	41.70	6.70	71.6	74.3
Aralık	59.1	31.2	31.20	5.00	66.0	76.6
Ocak	52.9	89.2	89.20	3.10	61.5	75.7
Şubat	56.7	32.2	32.20	6.30	59.2	75.7
Mart	33.6	69.3	69.30	9.20	52.5	65.9
Nisan	16.3	6.30	6.30	14.20	45.7	51.0
Mayıs	14.30	62.9	62.90	16.80	46.4	62.3

Kültüre alınan bitkilerde araştırmaya konu olan toprak, tekstür bakımından killi-tınlı yapıda olmakla birlikte hafif alkali (pH 7.7) karakterdedir. Organik maddece (% 1.54) fakir olan bu toprak potasyum (772 mg/kg), kalsiyum (8229.8 mg/kg), bakır (2.99 ppm), demir (6.21 ppm) elementleri bakımından zengin olup diğer yandan fosfor (23.5

mg/kg), magnezyum (169.5 mg/kg) ve mangan (16.2 ppm) elementlerinin miktarı yönünden yeterlidir (Karaman, 2019).

3.2. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak ISUBÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama iftliği arazisinde 2018 ve 2019 yıllarında kültürü yapılan ve bunun yanında, Isparta ve çevresinde farklı lokasyonlarından toplanan *Isatis* türleri kullanılmıştır. Bu amaçla kültürü yapılan türleri temsilen Konya-Ermenek'te yer alan Kök Doğal Boyacılık firmasından temin edilen *Isatis tinctoria*, *Isatis floribunda*, *Isatis glauca* türleri kullanılmıştır. Temin edilen türler arasında yer alan *Isatis tinctoria* türü Almanya'da kültürü yapılan bir boya bitkisi olmakla birlikte bu türler içerisinde en fazla boyarmadde içeriğine sahip olan türdür. Bunun yanında doğadan toplanan bitkileri temsilen ise *Isatis tinctoria*, *Isatis glauca*, *Isatis cappadocica* türleri irdelenmiştir.

3.3. Yöntem

3.3.1. Bitki toplama

Isparta merkez ve ilçelerini içine alan sınırlarını kapsayacak şekilde yapılan keşif gezilerinde *Isatis* taksonlarının (*Isatis tinctoria*, *Isatis cappadocica*, *Isatis glauca*) doğal yayılış alanları Küresel Konumlama Sistemi (GPS) cihazı ile tespit edilmiştir. 2019 yılında Nisan-Temmuz periyodundaki bitki toplama işlemi, daha önce bu ilde yapılış olan taksonomik çalışmalar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir (izelge 3.2).

Bitkiler iek ve meyvelerle birlikte bir bütün halinde alınıp, 16x11½ kurutma kâğıdı içine yerleştirilmiştir. Yerleştirilen rnekler bir karton arasına alınarak etiketleme yapılmıştır. Daha sonra bu örnekler havadar fazla nemli olmayan bir ortamda muhafaza edilmiştir. Toplanan bitki örnekleri tamamen kuruduktan sonra bitkilerin teşhisi Davis'in Flora of Turkey (1965) eserine göre gerçekleştirilmiştir. Toplam 24 lokasyondan çiçeklenme döneminde taze yaprak örnekleri toplanmış, fakat *I. tinctoria*'ya ait 1 lokasyon (Yakaavşar köyü), *I. cappadocica*'ya ait 2 lokasyon (Kapız Deresi, Aksu Zindan Mağarası) ve *I. glauca* türüne ait 6 lokasyon (Isparta Yolu 3.km,

Gökçesögüt 1, Gökçesögüt 2, Karakaya 1, Karakaya 2, Eğirdir- Gelendost) olmak üzere toplam 9 lokasyondan morfolojik gözlem alınabilmiştir. Örnek toplanan türlere ait lokasyon, rakım ve toplanma tarihi Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Isparta ve çevresinde daha önce tespiti yapılan *Isatis* türlerinin lokalite bilgileri

Tür (Takson)	Lokasyon	Rakım	Kaynak
<i>Isatis cappadocica</i> subsp. <i>subradiata</i>	Eğirdir, Yakaköy, Kapız Deresi	1500-1700 m	Yıldırım, 1987
<i>Isatis glauca</i> subsp. <i>glauca</i>	Şarkikaraağaç, ekin içi	1200 m	Yıldırım, 1987
<i>Isatis glauca</i> subsp. <i>glauca</i>	Eğirdir arası otoyol güzergâhı	1050 m	Yıldırım, 1987
<i>Isatis glauca</i> subsp. <i>glauca</i>	Eğirdir Bağören çevresi, yol kıyısı	850 m	Yıldırım, 1987
<i>Isatis glauca</i> subsp. <i>glauca</i>	Çatakbaşı Tepesi	1200 m	Özen ve Fakir, 2015
<i>Isatis tinctoria</i>	Eğirdir Yakaavşar köyü, Çatalçam mevki, ekinlik	1200 m	Yıldırım, 1987

Çizelge 3.3. Doğadan toplanan türlere ait lokasyon, rakım ve toplama tarihi

Türler	Lokasyon	Rakım	Toplanma tarihi
<i>I. glauca</i>	Isparta Yolu 3.km	1168 m	04.07.2019
<i>I. glauca</i>	Eğirdir- Gelendost	1143 m	04.07.2019
<i>I. glauca</i>	Atabey Tarla içi	1037 m	26.04.2019
<i>I. glauca</i>	Isparta- Eğirdir	954 m	26.04.2019-
<i>I. glauca</i>	Atabey-Gönen yol kenarı	992 m	26.04.2019
<i>I. glauca</i>	Atabey-Gönen yol kenarı 2	992 m	26.04.2019
<i>I. glauca</i>	Burdur-Keçiborlu yol kenarı	918 m	26.04.2019
<i>I. glauca</i>	Şarkikarağaç-Gelendost	1160 m	26.04.2019
<i>I. glauca</i>	Bayat- Atabey	923.01 m	26.04.2019
<i>I. glauca</i>	Ş.Karaağaç Karakaya köyü	1333 m	04.07.2019
<i>I. glauca</i>	Ş.Karaağaç Karakaya köyü	1329 m	04.07.2019
<i>I. glauca</i>	Gökçesögüt köyü	1042 m	04.07.2019
<i>I. glauca</i>	Gökçesögüt köyü 2	1043.2 m	04.07.2019
<i>I. glauca</i>	Pazararası	1022.36 m	26.04.2019
<i>I. glauca</i>	Sütçüler Merkez	991 m	14.05.2019
<i>I. glauca</i>	Yazılı Kanyon- Çandır yolu	559.82 m	04.07.2019
<i>I. glauca</i>	Sütçüler- Kovada	864.79 m	04.07.2019
<i>I. cappadocica</i>	Kapız Deresi	1479 m	04.07.2019
<i>I. cappadocica</i>	Dedegöl Dağı	1453 m	04.07.2019
<i>I. cappadocica</i>	Aksu Zindan Mağarası yolu	1235 m	19.07.2019
<i>I. tinctoria</i>	Kazak 2.tünel çıkışı yol kenarı	613.m	14.05.2019
<i>I. tinctoria</i>	Yakaavşar	1795 m	04.07.2019
<i>I. tinctoria</i>	Kazak 1. Tünel çıkışı yol kenarı	613 m-	04.07.2019
<i>I. tinctoria</i>	Yazılı Kanyon	335 m	04.07.2019
<i>I. tinctoria</i>	Kapız dere üstü yol kenarı	1289 m	19.07.2019

3.3.2. Türlerin kültüre alınması

Bu araştırmanın ilk ayağı olan tohumların çimlendirilme aşaması serada gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her bir türe (*Isatis tinctoria*, *Isatis floribunda*, *Isatis glauca*) ait tohumlar 1:1 oranında torf: perlit karışımı kullanılarak hazırlanmış olan viyollere 29 Eylül 2017 tarihinde ekilmiştir. Gerekli bakım işlemleri tamamlandıktan sonra bitkiler tarla koşullarına hazır hale getirilmiştir. Daha sonra serada yetiştirilen fideler 5 Nisan 2018 tarihinde 30x30 cm ekim sıklığında ISUBÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisine şaşırtılmıştır (Kızıl, 2000). Bu kültürel işlem bitkiler her bir türden üç sıra olacak ve toplam 90 bitki yer alacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ekimle birlikte 5 kg/da saf N ve P₂O₅ hesabıyla 20-20-0 kompoze gübresi verilmiş, üst gübre olarak denemeye 5 kg/da saf azot olacak şekilde %46 üre kullanılmıştır. Daha sonra bitkilerin hasadına kadar tüm bakım işlemleri yapılmıştır. Doğada yetişen ve kültüre alınan türlerin kıyaslanması sonucu oluşacak hataların en aza indirilmesi için türlere ait morfolojik gözlemler 2019 yılında çiçeklenme döneminde (hasat öncesi) gerçekleştirilmiş olup hasat 15 Mayıs 2019 tarihinde yapılmıştır. Hasat sırasında seçilen 10 bitkide bitki boyu, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, gövde çapı, bitki başına taze yaprak verimi, meyve eni, meyve boyu gibi morfolojik özellikler incelenmiştir.

3.4. Türlerle İlişkin Morfolojik Ölçümler

Bitki boyu (cm): Her sıradan tesadüfi olarak seçilen ve doğadan toplanan 10 bitkinin toprak seviyesinden itibaren en yüksek noktasına kadar olan kısmı cm olarak ölçülmüştür.

Yaprak eni (mm): Her sıradan tesadüfi olarak seçilen ve doğadan toplanan 10 bitkiye ait toplam 100 yaprağın yaprak eni mm olarak ölçülmüştür.

Yaprak boyu (mm): Her sıradan tesadüfi olarak seçilen ve doğadan toplanan 10 bitkiye ait toplam 100 yaprağın yaprak boyu mm olarak ölçülmüştür.

Gövde çapı (mm): Her sıradan tesadüfi olarak seçilen ve doğadan toplanan 10 bitkinin gövde çapı dijital kumpasla ölçülerek mm cinsinden ifade edilmiştir.

Bitki başına taze yaprak verimi (g/bitki): Her sıradan tesadüfi olarak seçilen ve doğadan toplanan 10 bitki çiçeklenme döneminde toprak yüzeyinden biçilerek yaprak kısımları yaş olarak tartılmış ve ortalaması alınarak taze yaprak verimi (g/bitki) saptanmıştır.

Meyve eni: Her sıradan seçilen ve doğadan toplanan 10 bitkiye ait toplam 100 meyvenin eni dijital kumpasla ölçülmüş ve elde edilen değer mm cinsinden ifade edilmiştir.

Meyve boyu: Her sıradan seçilen ve doğadan toplanan 10 bitkiye ait toplam 100 meyvenin boyu dijital kumpasla ölçülmüş ve elde edilen değer mm cinsinden ifade edilmiştir.

3.5. Boyarmadde Analizi

3.5.1. Standartların hazırlanması

HPLC ile yapılan tüm analizler Yurdun ve Karadağ (2010)'ın kullanmış oldukları metotların revize edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. İndigo miktarının güvenilirliğinin artırılması amacıyla dimetil formamid (DMF) ile 0.01 ppm, 0.1 ppm, 1 ppm, 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm dozlarında indigo standart çözeltileri hazırlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak 0.01 gr indigo standartı tartılmış ve üzerine 10 ml DMF eklenmiştir. Homojenizatör yardımıyla homojenize edilen standart ultrasonik su banyosunda 60 °C'de 10 dk süreyle muamele edildikten sonra 0.45 µl lik hepa filtreden geçirilmiştir. Daha sonra her bir standart için seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun ardından seyreltilmiş olan standartlar sırasıyla HPLC'ye enjekte edilerek 1 ml/dk akış hızında yürütülmüştür. Daha sonra 285 nm'de okunan dalga boyundaki absorban değerleri esas alınarak tüm indigo standartlarına ait pikler karşılaştırılmıştır. İndigo piklerinin geliş zamanı ise yaklaşık olarak 13.4 dk olarak gözlenmiştir. Daha sonra elde edilen pikler yardımıyla kalibrasyon eğrisi çizilmiştir.

3.5.2. Toplam indigo miktarının HPLC ile tayin edilmesi

Taze olarak toplanan çivit otu yaprak örnekleri parçalanarak püre haline getirilmiştir. Püre haline getirilen 1g örnek DMF ile 10 katı sulandırılarak yaklaşık 1 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. 15 dakika kadar ultrasonik su banyosunda sonikasyon yapıldıktan sonra filtre kâğıdı ile süzdürülmüştür. Ekstraktan 0.5 ml alındıktan sonra DMF eklenerek 4 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra 45 µl lik filtreden geçirilen bu karışımdan 20 µl alınarak HPLC'ye enjekte edilmiştir.

Toplam indigo miktarının belirlenmesinde Shimadzu marka HPLC kullanılmış olup, HPLC çalışma koşulları Çizelge 3.3.'de sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Toplam indigo miktarının HPLC analizlerinde kullanılan bazı parametreler

Parametreler	
Dedektör	SPD-M20 A UV
Pompa	LC-20 AD
Gaz arındırıcı	DGU-20A3
Kolon fırını	CTO-10 AS vp
Kolon	MERCK Purospher Star RP-18 5µm 250x4.0mm) 5 µm
Mobil faz	A: Asetonitril (60) ve B:Ultra safsu (40)
Akış hızı	1 ml/dak
Kolon sıcaklığı	35 °C

3.6. Boyama İşlemi

Boyama işlemi Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Boyamalarda çiçeklenme döneminde toplanan taze çivit otu yaprakları ile tamamen saf koyunyünü iplikler (çile) kullanılmıştır. Bu amaçla, 1 kg taze yaprak su ile iyice yıkandıktan sonra 5 L su eklenerek homojnizatörle karıştırılmıştır. Ardından 3 g sodyum dithionit mordanı eklenerek pH 11'e ayarlanmıştır. Bu işlemlerin ardından, elektrikli ocakta 60 °C sabit sıcaklıkta 10 dk boyunca kaynatılmıştır. Daha sonra 20 g yün iplik suyla yıkandıktan sonra boya banyosuna birkaç defa daldırılıp çıkarılarak havayla temasa geçmesi sağlanmıştır.

3.7. Renklerin Değerlendirilmesi

Çivit otu ile boyanan yün ipliklere ait numunelerin renk ölçümü Minotta CM-3600 d markalı spektrofotometre cihazı yardımıyla SDÜ Tekstil Mühendisliği Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Reflaktans değeri 360 nm'de ölçülen numunenin renk koyuluğu (K/S) maksimum absorpsiyonun olduğu dalga boyundaki reflaktans değerleri esas alınarak Kubelka-Munk denkleminde göre hesaplanmıştır.

$$K/S = (1-R)^2 / 2R \quad (3.1)$$

K=Işık absorpsiyon katsayısı, S=Işık saçılma katsayısı, R=Reflaktans veya reflaksiyon faktörü.

Bu denklemde, K/S değeri renk bakımından koyuluk değeridir. K/S değerinin yüksek olması renk koyuluğunun ve boyarmadde absorpsiyonunun artacağı anlamına gelmektedir. Buna ek olarak renk ölçümleri CIELAB sistemine göre 10 °C'lik gözlem açısı ile D65 gün ışığında yapılmış ve L*, a*, b*, C*, h değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 3.4). L* değeri, açıklık-koyuluk koordinatı; a* değeri, kırmızı-yeşil koordinatı; b* değeri, mavi-sarı koordinatı anlamına gelmektedir. L, bir rengin açıklığını, a ve b ise renk nüansını oluşturmaktadır. C* değeri, parlaklık-matlık, h değeri ise açısal renk farkını ifade etmektedir.

Çizelge 3.5. CIELAB değerleri

CIELAB koordinatı	CIELAB renk farkı
L: açıklık- koyuluk	açıklık (+), koyuluk (-)
a: kırmızı-yeşil eksen	(+) kırmızı (-) yeşil
b: sarı-mavi eksen	(+) sarı, (-) mavi
C: doyunluk	(+) parlaklık, (-) mat
h: renk cinsi	h=0° kırmızı h=90° sarı h= 180° yeşil h= 270° mavi

3.8. Yıkama Haslığı Tayini

Çivit otu ile boyanan yün ipliklere ait numunelerin deterjanla birlikte yıkamaya karşı gösterdiği renk haslığı tayini BS EN ISO C06'ya göre yapılmıştır. Bu amaçla multifibre refakat bezi ve Ece deterjan, sodyum perborat kullanılmış ve daha sonra

Gyrowash yıkama haslığı cihazında numuneler yıkandıktan sonra haslıklarına yönelik değerlendirmelere tabi tutulmuştur.

3.9. Verilerin Değerlendirilmesi

Isatis türlerine ait tanımlayıcı değerler olan ortalama, standart sapma, varyasyon katsayısı değerlerinin ve normal dağılıma uygunluğunun belirlenmesine yönelik istatistiksel analizler SPSS paket programında yapılmıştır.



Şekil 3.1. Çivit otu (*Isatis cappadocica*, *Isatis tinctoria*, *Isatis glauca*) türlerinin doğadan toplanmasına ait görüntüler



Şekil 3.2. Çivit otu türlerinin (*Isatis tinctoria*, *Isatis floribunda*, *Isatis glauca*) serada yetiştirilmesi



Şekil 3.3. Deneme tarlasında kültürü yapılan çivit otu türlerine ait bir görüntü



Şekil 3.4. Çivit otu ekstraksiyonuna ait görüntüler



Şekil 3.5. Boyarmadde oranının HPLC ile tayini



Şekil 3.6. Yıkama haslıklarının belirlenmesinde kullanılan cihaz



Şekil 3.7. Taze çivit otu yapraklarıyla boyanan yün iplik

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

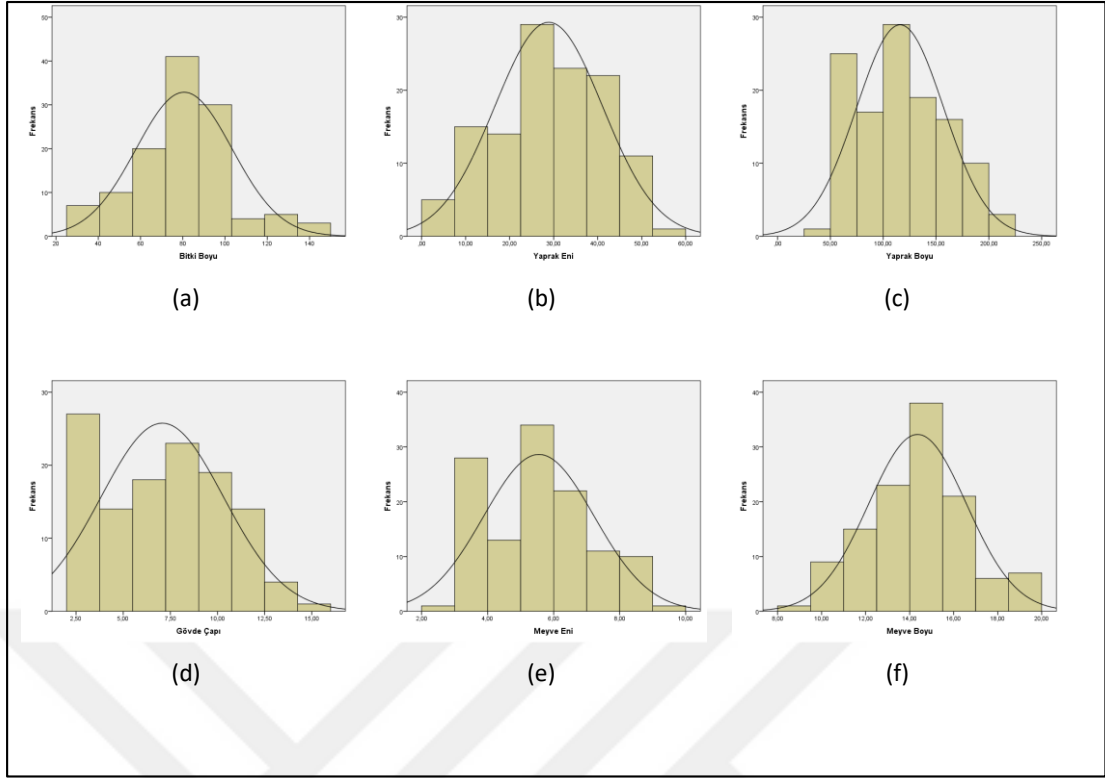
4.1. Morfolojik Özelliklerin Normal Dağılıma Uygunluk Yönünden İncelenmesi

Morfolojik özellikler yönünden ele alınan parametrelerden olan bitki boyu, yaprak eni, yaprak boyu, gövde çapı, meyve eni, meyve boyuna ilişkin veriler değerlendirilmiş ve normal dağılıma uygunluğuna ait sonuçlar Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Tüm *Isatis* türlerinin normal dağılıma uygunluk analiz sonuçları

Türlere ait değişkenler	Bitki Boyu	Yaprak Eni	Yaprak Boyu	Gövde Çapı	Meyve Eni	Meyve Boyu
Ortalama	80.61	28.87	115.94	7.07	5.55	14.36
Standart Sapma	22.75	12.25	41.33	3.24	1.67	2.22
Veri Sayısı	120	120	120	120	120	120
Çarpıklık Değeri	0.152	-0.123	0.353	0.140	0.237	0.135
Basıklık Değeri	0.582	-0.670	-0.585	-0.964	-0.735	0.101

Çizelge 4.1’de sunulan *Isatis* türlerinin bitki boyu, yaprak eni, yaprak boyu, gövde çapı, meyve eni, meyve boyu gibi özelliklerine ait çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde, bütün morfolojik özelliklerde bu değerlerin -2 ve +2 değer aralığında yer aldığı görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında, verilerin normal dağılıma uygunluk gösterdiği söylenebilmektedir (George ve Mallery, 2010).



Şekil 4.1. *Isatis* türlerinin morfolojik özelliklerine ilişkin histogram grafiği: (a) bitki boyu, (b) yaprak eni, (c) yaprak boyu, (d) gövde çapı, (e) meyve eni, (f) meyve boyu

Şekil 4.1’de sunulan üzere bitki boyuna ait histogram grafiği incelendiğinde 120 bitkiden 40 tanesi ortalamaya yakın değerler almış ve ortalamaya doğru bir yığılma meydana gelmiştir. Buna ek olarak ortalamaya yaklaştıkça türlerin frekans değerleri artarken, ortalamadan uzaklaştıkça bu değerler azalma göstermiştir. Daha önce bahsi geçen normal dağılım analizini destekler nitelikte olan bu histogram grafiği incelendiğinde bitkilerin normal dağılım gösterdiği sonucuna varılmaktadır.

Yaprak enine ait sonuçlar değerlendirildiğinde ise türlerin %30’una yakınının ortalamaya yakın değerler aldığı gözlenmiştir. Ortalamaya yaklaşan türlere ait frekanslar büyük değerler almasına rağmen türlerin frekans değerleri ortalamadan uzaklaştıkça küçülmüştür. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı üzere yaprak eninde normal bir dağılımdan söz etmek mümkündür.

Yaprak boyuna ait histogram grafiği incelendiğinde ise aynı şekilde ortalamaya yaklaştıkça bir yığılma söz konusu olurken, ortalamadan uzaklaştıkça türlerin frekans değerleri düşmüştür. Burada da normal bir dağılımdan söz edilebilmektedir.

Gövde çapına ait sonuçlar incelendiğinde ise sağa yatık bir dağılım görülmektedir. Burada tüm türler ele alındığı için doğadan toplanan ve kültüre alınan türlerin gövde çaplarında büyük farklılıklar söz konusu olmuş ve normal dağılıma uygunluktan uzaklaşmıştır.

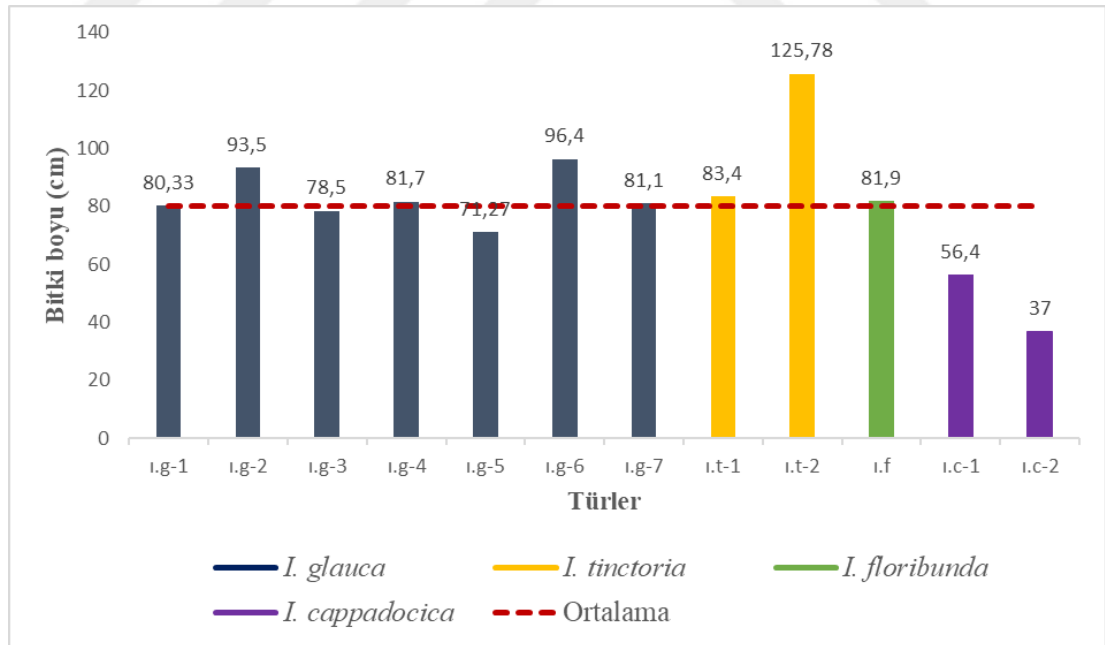
Meyve eni ve meyve boyu ele alındığında ise ortalamaya yaklaşan frekans değerleri büyürken, ortalamadan uzaklaştıkça frekans değerlerinde bir küçülme söz konusu olduğu için türlere ait dağılımlar normal olarak gerçekleşmiştir.

4.2. Bitki Boyu (cm)

Isatis türlerinin bitki boylarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu Çizelge 4.2’de ve ortalama değerlerin değişimi Şekil 4.2’de sunulmuştur. Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2 birlikte değerlendirildiğinde türler arasında bitki boyu yönünden yapılan kıyaslamalar sonucunda doğadan toplanan *I. glauca* ve *I. tinctoria* türlerinin kültürü yapılan türlere göre daha uzun boylu olduğu ve ortalamanın üzerinde değerler aldıkları tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek ortalama bitki boyuna sahip türün Eğirdir-Yakaavşar lokasyonundan toplanan *I. tinctoria* (125.78 cm) olduğu belirlenirken, en düşük bitki boyuna sahip türün ise Aksu lokasyondan toplanan *I. cappadocica* (37 cm) türü olduğu ve ortalama bitki boyunun 80.61 cm’e ulaştığı görülmüştür. Türler için ortalama değerler incelendiğinde kültürü yapılan *I. tinctoria* ve *I. floribunda*, Isparta Yolu 3.km, Gökçesöğüt köyü 2, Karakaya köyü 2, Eğirdir-Gelendost lokasyonlarından toplanan *I. glauca* türleri ve Yakaavşar köyü lokasyonundan toplanan *I. tinctoria* ortalamanın üzerinde yer alırken, *I. cappadocica* türlerinin ortalamanın altında olduğu belirlenmiştir. Kültürü yapılan *I. glauca* türü ortalamaya yakın değerlerde yer almıştır. Yapılan bitki boyuna ilişkin gözlemler sonucunda *I. cappadocica* türlerinde varyasyonun daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Çizelge 4.2. *Isatis* türlerinin bitki boylarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadocica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür
Örnek sayısı	60	10	10	10	10	10
En küçük	52	70.10	100	64	30	72
En büyük	115	89	145	100	67.5	95
Değişim aralığı farkı	63	9.9	45	36	37.5	23
Ortalama	83.75	80.33	125.78	83,4	46.7	81,9
Standart sapma	13.90	6.34	13.87	9.78	11.59	8.17
VK	16	7	11	11	24	9
Doğadan toplanan türler	80.18					
Kültüre alınan türler	81.88					
Tüm türler	80.61					



Şekil 4.2. *Isatis* türlerine ait bitki boyu ortalama değerlerin değişimi (1.g-1: *I. glauca* kültür, 1.g-2: Isparta Yolu 3.km, 1.g-3 Gökçesöğüt köyü-1, 1.g-4: Gökçesöğüt köyü-2, 1.g-5: Karakaya köyü-1, 1.g-6: Karakaya köyü-2, 1.g-7: Eğirdir-Gelendost, 1.t-1: *I. tinctoria* kültür, 1.t-2: Yakaavşar köyü, 1.f: *I. floribunda* kültür, 1.c-1: Kapız Deresi, 1.c-2: Aksu)

Isatis türlerinin morfolojik ve agronomik özelliklerinin ele alındığı diğer araştırmalarda *I. tinctoria* türüne ait bitki boyunu Hury (1930) 60-150 cm, Davis (1965) 40-90 cm, Tansı (1988) 65.11-94.89 cm, Çömlekçioğlu (2011) 45.3-89.4 cm, Rocha vd. (2011) 84.9-87 cm, Kızıl (2000) 116.5-119.33 cm, Kızıl (2006) 73-112 cm ve Durdu (2013) 98.2 cm olarak kaydetmiştir. Araştırmada elde ettiğimiz veriler bu sonuçlarla birlikte karşılaştırmalı olarak ele alındığında, doğadan toplanan ve kültüre alınan *I. tinctoria* türlerinin bitki boylarına ait bulguların Hury (1930)'un belirtmiş olduğu değerlerle örtüşmekte olduğu dikkat çekmektedir. Bunun yanında doğadan toplanan *I. tinctoria* türüne ait verilerin diğer araştırmacıların elde ettikleri sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Kültüre alınan *I. tinctoria* türüne ait kıyaslamalar ele alındığında ise Davis (1965), Kızıl (2006) ve Çömlekçioğlu (2011)'na ait bulguların çalışmamızı destekler nitelikte olduğu görülürken, diğer araştırmacıların bitki boyunu daha yüksek değerlerde saptadıkları anlaşılmaktadır.

I. glauca türüyle ilgili yapılan diğer araştırmalarda ise bitki boyunu Davis (1965) 50-100 cm, Yıldırım (1987) 35-140 cm, Görgülü (2012) 81.9-93.3 cm arasında tespit etmişlerdir. Kültüre alınan ve doğadan toplanan her iki tür de birlikte değerlendirildiğinde bu sonuçların çalışmamızla paralellik gösterdiği görülmektedir. Oysa bitki boyunu 36-64 cm olarak tespit eden Akar (2006) ile 106-118 cm olarak belirleyen Kızıl (2006)'ın yapmış olduğu çalışmalar bulgularımızla örtüşmemektedir.

Yapılan literatür taramaları sonucunda *Isatis cappadocica* ve *Isatis floribunda* türüyle ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Özellikle endemik bir tür olan *Isatis floribunda* türü üzerinde herhangi bir kültüre alma çalışması bulunmamakta olup bu yönüyle yapmış olduğumuz bu çalışma literatüre kaynaklık sağlayan özgün bir çalışma niteliğindedir.

Yıldırım (1987) ve Durdu (2013)'ün *Isatis cappadocica* türünün agronomik özelliklerini ele aldığı araştırmalarında bitki boyu sırasıyla 16-47 cm ve 54-55.4 cm olarak saptanmıştır. Elde ettiğimiz bulgular Yıldırım (1987) ile herhangi bir fark oluşturmazken, Durdu (2013)'ün saptadığı değerlerin altında yer almaktadır. Diğer araştırmalar incelendiğinde *Isatis floribunda* türü üzerine yapılan taksonomik bir araştırmada Yıldırım (1987) tarafından bitki boyu 35-85 cm olarak bulunmuştur. Bu

sonuçlar topluca değerlendirildiğinde bulgularımızla uygunluk gösterdiği görülmektedir.

Bu sonuçlardan da anlaşıdığı üzere doğadan toplanan ve kültüre alınan türler arasında boy farkına birçok etmen etki etmektedir. Bunlar arasında yükseklik, konum, ışık ve sıcaklık gibi etmenler yer almaktadır (Kızıl, 2006). Çalışmamızda türler genel olarak ele alındığında rakımı yüksek olan yerlerde bitki boyunun arttığı görülmüştür. Bu anlamda çalışmamız Hornung-Leoni ve Sosa (2006) ile Görgülü (2012)'nn bulgularıyla uyum içerisinde dir.

Doğadan toplanan türlerde varyasyonun geniş olmasının temeli döllenme biyolojisine dayanmaktadır. Ayrıca doğada yabancı döllenen türler kendine döllenen türlere göre daha uzun boya sahiptir (Spataro ve Negri, 2008). Bütün bulgular ele alınıp değerlendirildiğinde bitki boyu yönünden oluşan farklılıkların kültürel işlemler, iklim, evre ve genotip farklılıklardan ileri geldiği hatta morfolojik gözlem tarihine göre bile değişkenlik göstermiş olduğu görülmektedir. Sonuç olarak boyarmadde yönünden yaprakları ekonomik olarak ön plana çıkan *Isatis* türlerinde bitki boyu tek başına etkili olmamaktadır. Yani bitkinin çok uzun olması daha fazla yaprak oluşturup daha fazla miktarda indigo boyarmaddesi içermesi ya da bunun tam aksine daha kısa boylu bitkinin daha az miktarda indigo boyarmaddesi ihtiva etmesi anlamına gelmemektedir. Bunun yerine fotosentezin ve indigo üretiminin maksimum seviyede olmasına olanak verecek boy uzunluğuna sahip türler ele alınmalıdır.

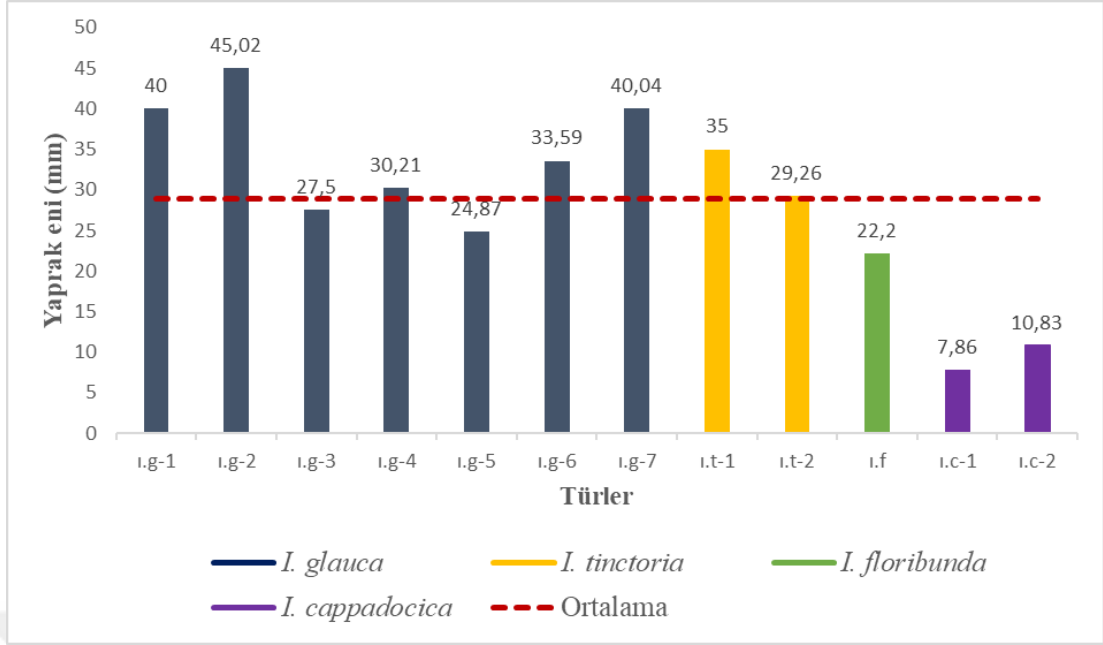
4.3. Yaprak Eni (mm)

Isatis türlerinin yaprak enine ait tanımlayıcı istatiks el analiz tablosu izelge 4.3'te ve ortalama değerlerin değişimi Şekil 4.3'te sunulmuştur. Türler arasında yaprak eni yönünden yapılan kıyaslamalar sonucunda kültürü yapılan türlerin doğadan toplanan türlere göre yaprak genişliğinin daha fazla olduğu ve ortalamanın üzerinde değer aldıkları tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek ortalama yaprak genişliğine sahip türün Isparta Yolu 3.km (45.02 mm) lokasyonundan toplanan *I. glauca* olduğu belirlenirken, en az yaprak genişliğine sahip türün ise Kapız Deresi (7.86 mm) lokasyonundan toplanan *Isatis cappadocica* olduğu ve ortalama yaprak eninin 28.87 mm'ye ulaştığı görülmüştür. Yaprak enine ait ortalamalar ele alındığında ise kültürü yapılan *I.*

tinctoria ve *I. floribunda* türü, Isparta Yolu 3.km, Gökçesöğüt köyü 2, Karakaya köyü, Eğirdir-Gelendost lokasyonlarından toplanan *I. glauca* türleri ve Yakavşar köyü lokasyonundan toplanan *I. tinctoria* türü ortalamanın üzerinde yer alırken, *I. cappadocica* türlerinin ortalamanın altında değerlerde yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. *Isatis* türlerinin yaprak enine ait tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadocica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür
Örnek sayısı	60	10	10	10	10	10
En küçük	19.10	30	23	28.90	6.19	10
En büyük	58.79	50	38	40	15.80	30
Değişim aralığı farkı	39.69	20	15	11.1	9.61	20
Ortalama	33.54	40	29.26	35	9.35	22.2
Standart sapma	9.8	6.29	5.42	4.44	2.43	5.83
VK	29	15	18	12	25	26
Doğadan toplanan türler	27.69					
Kültüre alınan türler	32.4					
Tüm türler	28.87					



Şekil 4.3. *Isatis* türlerine ait yaprak eni ortalama değerlerinin değişimi (1.g-1: *I. glauca* kültür, 1.g-2: Isparta Yolu 3.km, 1.g-3 Gökçesöğüt köyü-1, 1.g-4: Gökçesöğüt köyü-2, 1.g-5: Karakaya köyü-1, 1.g-6: Karakaya köyü-2, 1.g-7: Eğirdir-Gelendost, 1.t-1: *I. tinctoria* kültür, 1.t-2: Yakaavşar köyü, 1.f: *I. floribunda* kültür, 1.c-1: Kapız Deresi, 1.c-2: Aksu)

I. tinctoria türüne ait yaprak enini Tansı (1988) 1.70-4.01 cm, Kızıl (2000) 4.04-4.36 cm, Çömlekçioğlu (2011) 2.9-3.4 cm, Rocha vd. (2011) 3.5-4.06 cm ve Durdu (2013) kültürü yapılan türlerde 3.6 cm, doğadan toplanan türlerde ise 3.2 cm olarak tespit edilmiştir. Verilen çalışmalara ait bulgular, bu araştırmadan elde edilen sonuçlarla uygunluk göstermektedir. Ayrıca doğadan toplanan ve kültüre alınan bitkiler yaprak eni bakımından kıyaslandığında elde edilen veriler Durdu (2013)'nun bulgularıyla desteklenir niteliktedir.

I. glauca türüne ait yapılan diğer araştırmalarda ise yaprak enini Yıldırım (1987) 0.5-4 cm olarak belirlerken, Akar (2006) doğadan topladıklarında 1.4-3.5 cm kültüre aldıklarında da 2.9-8.4 cm olarak saptamıştır. *I. cappadocica* türü ile ilgili çalışmalar incelendiğinde yaprak enini 0.4-2 cm olarak kaydeden Yıldırım (1987) ile bulgularımız örtüşmektedir. Buna karşın yaprak enini kültüre aldığı türlerde 5.3 cm doğadan elde ettiği türlerde ise 4.2 cm olarak tespit eden Durdu (2013)'nin bulgularının altında yer almaktadır. Yıldırım (1987) *I. floribunda* üzerinde yaptığı taksonomik çalışmasında yaprak enini 9-24 cm aralığında belirlemiştir. Bu bulgular sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

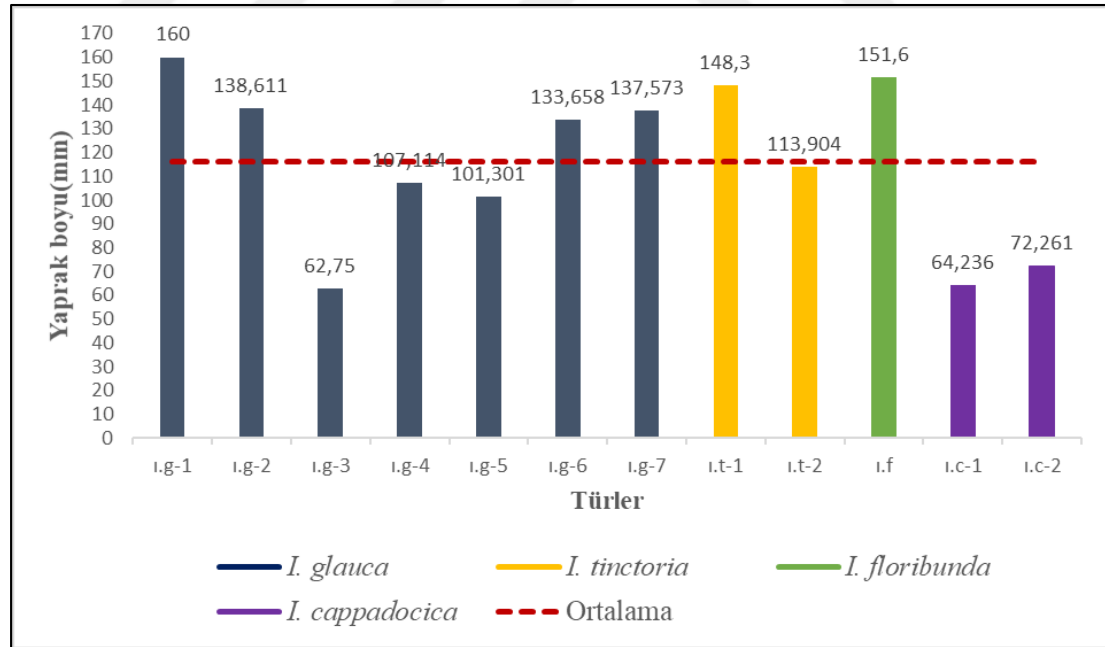
Ekonomik açıdan yapraklarından faydalanılan *Isatis* türleri için yaprak eni indigo verimi bakımından tek başına önem arzetmemekte olup yaprağın rengi ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü yapılan bir araştırmada habitus, sürgün rengi, yaprak sapı uzunluğu, yaprak şekli, taze yaprak rengi, çiçek demeti uzunluğu, bakla şekli ve çiçek rengi indigo içeriği ile herhangi bir kolerasyon oluşturmazken, kuru yaprak yüzey renklerinin indigo içeriğiyle pozitif bir ilişki gösterdiği kaydedilmiştir (Muzzazinah vd., 2016).

4.4. Yaprak Boyu (mm)

Isatis türlerinin yaprak boyuna ait tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu Çizelge 4.4'de ve ortalama değerlerin değişimi Şekil 4.4'de sunulmuştur. Ortalama yaprak boyu bakımından tüm türler ele alındığında, kültürü yapılan türlerin doğadan toplanan türlere göre yaprak uzunluklarının daha fazla olduğu ve ortalamanın üzerinde değerler aldıkları tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek ortalama yaprak uzunluğuna sahip türün kültürü yapılan *I. glauca* (160 mm) olduğu belirlenirken, en az yaprak uzunluğuna sahip türün ise Gökçesöğüt köyü 1 lokasyonundan toplanan *Isatis glauca* (62,75 mm) türü olduğu ve ortalama yaprak boyunun 115.94 mm'ye ulaştığı görülmüştür. Yaprak boyuna ait ortalamalar ele alındığında ise bir önceki özelliklere paralel olarak kültürü yapılan *I. glauca*, *I. floribunda* ve Isparta Yolu 3.km, Karakaya köyü 2, Eğirdir-Gelendost lokasyonlarından toplanan *I. glauca* türleri ve Yakavşar köyü lokasyonundan toplanan *I. tinctoria* türü ortalamanın üzerinde yer alırken, *I. cappadocica* türleri ortalamanın altında yer almıştır. Yakaavşar köyü lokasyonundan toplanan *I. tinctoria* türü ise ortalamaya yakın değer almıştır.

Çizelge 4.4. *Isatis* türlerinin yaprak boyuna ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadocica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür
Örnek sayısı	60	10	10	10	20	10
En küçük	51.16	100	97	100	48.64	90
En büyük	190	220	157.6	200	85.56	220
Değişim aralığı farkı	138.84	120	60.6	100	36.92	130
Ortalama	113.5	160	113.9	148.3	68.24	151.6
Standart sapma	36.4	33.9	16.9	29.8	9.39	39.5
VK	32	21	14	20	13	26
Doğadan toplanan türler	103.49					
Kültüre alınan türler	153.30					
Tüm türler	115.94					



Şekil 4.4. *Isatis* türlerine ait yaprak boyu ortalama değerlerinin değişimi (1.g-1: *I. glauca* kültür, 1.g-2: Isparta Yolu 3.km, 1.g-3 Gökçesöğüt köyü-1, 1.g-4: Gökçesöğüt köyü-2, 1.g-5: Karakaya köyü-1, 1.g-6: Karakaya köyü-2, 1.g-7: Eğirdir-Gelendost, 1.t-1: *I. tinctoria* kültür, 1.t-2: Yakaavşar köyü, 1.f: *I. floribunda* kültür, 1.c-1: Kapız Deresi, 1.c-2: Aksu)

I. tinctoria türüne ait yaprak uzunluğunu Tansı (1988) 8.51-17.24 cm, Kızıl (2000) 13.27-15.22 cm, Çömlekçioğlu (2011) 18.8-19.4 cm, Durdu (2013) kültür ortamındaki türlerde 25.2 cm ve doğal ortamdaki türlerde 22 cm olarak kaydetmişlerdir. Sonuçlar topluca değerlendirildiğinde, bulgularımız Tansı (1988) ve Kızıl (2000)'ın bulgularıyla uyum içerisinde olduğu, Çömlekçioğlu (2011) ve Durdu (2013)'ya göre ise daha düşük değerler elde edildiği görülmektedir. Bu farklılığın sebebi daha önce belirtilen iklim, çevre ve genotipik farklılıklara ek olarak biçim zamanının çalışmamıza göre daha ileri bir tarihte yer almasıdır.

Isatis glauca türüne ait farklı araştırmalar incelendiğinde, Yıldırım (1987) tarafından yaprak uzunluğu 4-25 cm, Akar (2006) tarafından doğadan toplanan türlerde 5.6-25 cm ve kültüre alınan türlerde 7.5-15 cm aralığında kaydedilmiştir. Bu bulgular bizim çalışmamızla paralel olmakla birlikte, doğadan toplanan ve kültüre alınan türler karşılaştırmalı olarak ele alındığında özellikle Akar (2006)'ın sonuçlarıyla uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Isatis cappadocica'ya ait yaprak boyu Durdu (2013) ve Yıldırım (1987)'nin çalışmalarında sırasıyla 18-18.9 cm ve 2-10 cm olarak belirlenmiştir. Bulgularımız Yıldırım (1987)'nin bulgularıyla örtüşürken, Durdu (2013)'nin bulgularıyla uyumsuzdur. *I. floribunda* türüne ait bulgular incelendiğinde, Yıldırım (1987)'nin yaprak boyunu 4-17 cm olarak tespit etmiş olduğu çalışma bulgularımızı doğrular niteliktedir. Sonuç olarak indigo içeriği yönünden değerlendirilme yapıldığında, tıpkı yaprak eninde olduğu gibi yaprak boyunda da tek başına değerlendirme de bulunmak yeterli değildir. Kuru yaprak yüzeyi renginin ölçüt olarak ele alınması gereklidir.

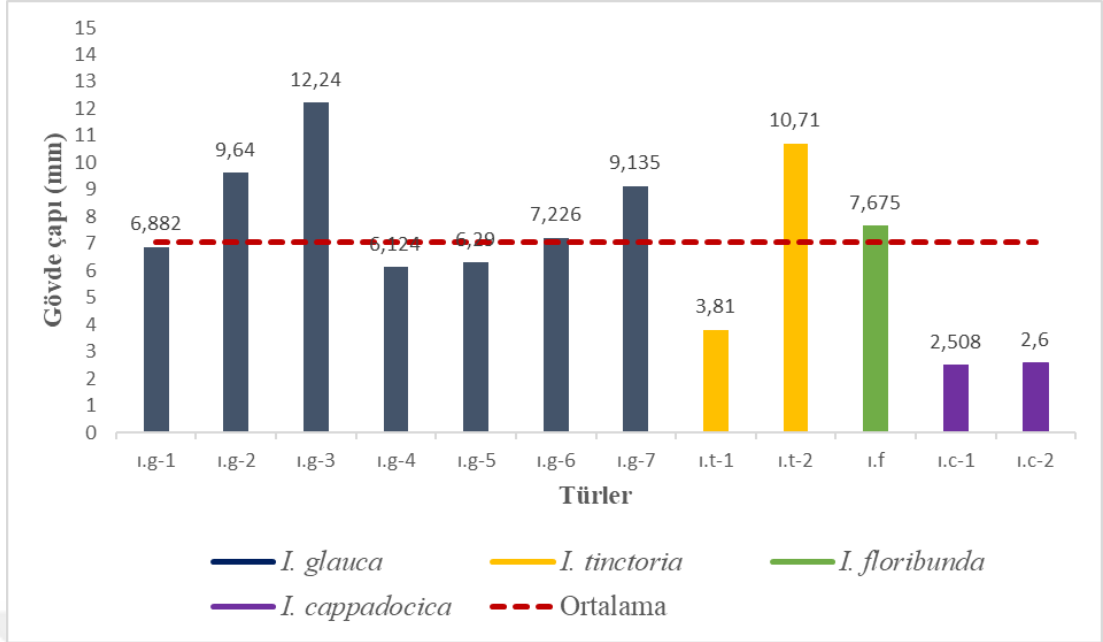
4.5. Gövde Çapı

Isatis türlerinin gövde çapına ait tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu Çizelge 4.5'te ve ortalama değerlerin değişimi Şekil 4.5'te sunulmuştur. Çizelge 4.5'ten de anlaşıldığı üzere doğal ortamda yetişen türlerin kültüre alınan türlere göre gövde çapı yönünden daha büyük değerler aldığı görülmüştür. Şekil 4.5 incelendiğinde ise ortalama gövde çapı yönünden en yüksek değerlere sahip türün Gökçesögüt köyü lokasyonundan toplanan *I. glauca* (12.24 mm) olduğu tespit edilirken, en az yaprak genişliğine sahip türün ise Kapız Deresi lokasyonundan toplanan *Isatis cappadocica* (2.5 mm) olduğu

ve ortalama gövde çapının 7.07 mm'ye ulaştığı görülmüştür. Isparta Yolu 3.km, Gökçesöğüt köyü ve Eğirdir-Gelendost lokasyonundan toplanan *I. glauca*, Yakaavşar lokasyonundan toplanan *I. tinctoria* türü ve ise *I. floribunda* türü ortalamanın üzerinde değer alırken, *I. cappadocica* kültür ortamında yetiştirilmiş olan *I. tinctoria* Karakaya köyü 1 lokasyonundan toplanan *I. glauca* türünün ortalamanın altında değer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. *Isatis* türlerinin gövde çapına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadocica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür
Örnek Sayısı	60	10	10	10	20	10
En küçük	3.56	4.70	7.9	3	2.25	5.60
En büyük	13.24	8.70	15	5.60	2.95	9.40
Değişim aralığı farkı	4.88	4	7.1	2.60	2.70	3.8
Ortalama	8.44	6.88	10.71	3.81	2.55	7.68
Standart sapma	2.69	1.147	2.12	0.77	0.17	1.163
VK	31	16	19	20	6	15
Doğadan toplanan türler	7.38					
Kültüre alınan türler	6.12					
Tüm türler	7.07					



Şekil 4.5. *Isatis* türlerine ait gövde çapı ortalama değerlerinin değişimi (1.g-1: *I. glauca* kültür, 1.g-2: Isparta Yolu 3.km, 1.g-3 Gökçesöğüt köyü-1, 1.g-4: Gökçesöğüt köyü-2, 1.g-5: Karakaya köyü-1, 1.g-6: Karakaya köyü-2, 1.g-7: Eğirdir-Gelendost, 1.t-1: *I. tinctoria* kültür, 1.t-2: Yakaavşar köyü, 1.f: *I. floribunda* kültür, 1.c-1: Kapız Deresi, 1.c-2: Aksu)

Yapılan literatür taramaları sonucunda gövde çapının çok fazla ele alınan bir özellik olmadığı görülmüştür. Buna göre *I. tinctoria* üzerinde yapılan çalışmalarda gövde çapı Çömlekçioğlu (2014) tarafından 2-6 mm, Kızıl (2000) tarafından 7.63- 8.33 mm, Kızıl (2006) tarafından 7.80-10.8 mm olarak kaydedilmiştir. Bulgularımız bu anlamda kıyaslamalı olarak ele alındığında kültür ortamındaki türler özellikle Çömlekçioğlu (2014)'nin belirtmiş olduğu değerler arasında yer alırken, doğal ortamdaki türler Kızıl (2006)'ın belirtmiş olduğu değerler arasında bulunduğu görülmektedir. *I. glauca* türü üzerinde yapılan diğer araştırmalarda ise gövde çapı Görgülü (2012)'nin çalışmasında 4.32-7.51 mm, Kızıl (2006)'nın çalışmasında ise 8.9-12 mm olarak belirtilmiştir. Bu sonuçlar bulgularımızla birlikte değerlendirildiğinde önemli bir fark oluşturmadığı dikkat çekmektedir.

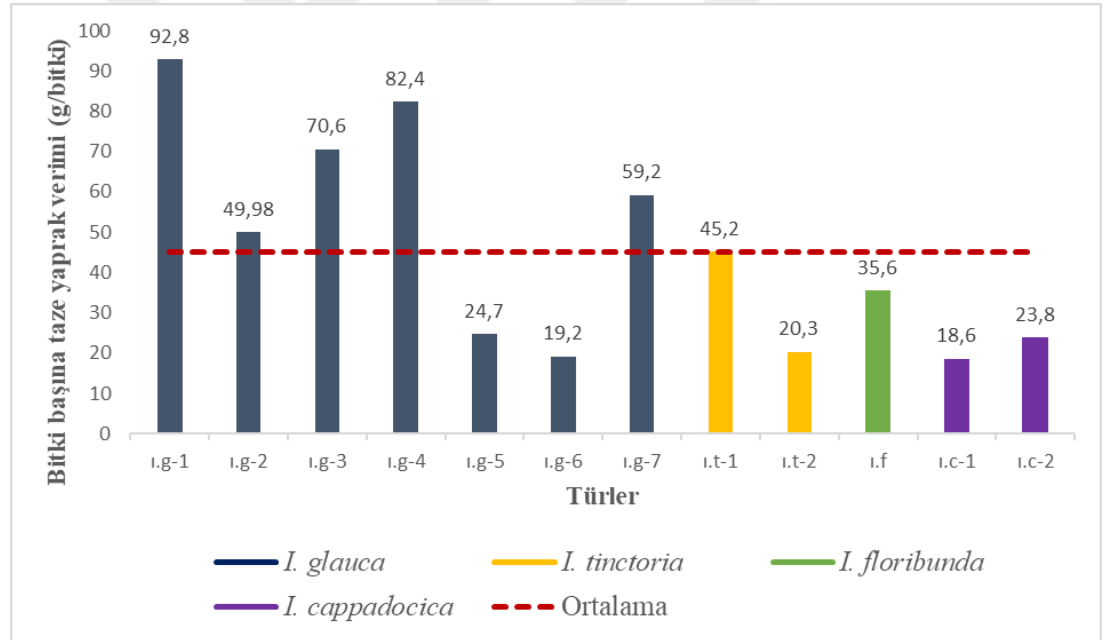
4.6. Bitki Başına Taze Yaprak Verimi (g/bitki)

Isatis türlerinin bitki başına taze yaprak verimine ait tanımlayıcı ortalama değerler Çizelge 4.6'da ve bu değerlerin değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir. Buna göre kültüre alınan türlerin verimleri daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Şekil 4.6'da sunulan ortalamalara göre en yüksek değere sahip tür kültürü yapılan *I. glauca* (92.8 g/bitki)

türü olurken, en düşük değere sahip tür Kapız Deresi (18.6 g/bitki) lokasyonuna ait *I. cappadocica* türü olmuştur. Ortalama bitki başına taze yaprak verimi 45.1 g/bitki olup Gökçesöğüt ve Eğirdir- Gelendost lokasyonlarından toplanan ve kültürü yapılan *I. glauca* türleri ortalamanın üzerinde değer almıştır. Karakaya köyünden toplanan *I. glauca*, Yakaavşar lokasyonundan toplanan *I. tinctoria* ve *I. cappadocica* türleri ortalamanın altında değer alırken, kültür ortamındaki *I. tinctoria* ortalamaya yakın değer almıştır.

Çizelge 4.6. *Isatis* türlerinin bitki başına taze yaprak verimine ait ortalama değerler

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadocica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğadan toplanan	Kültürü yapılan	Doğadan toplanan	Kültürü yapılan	Doğadan toplanan	Kültürü yapılan
Ortalama (g/bitki)	51.01	92.8	20.3	45.2	21.2	35.6



Şekil 4.6. *Isatis* türlerine ait bitki başına taze yaprak verimi ortalama değerlerinin değişimi (1.g-1: *I. glauca* kültür, 1.g-2: Isparta Yolu 3.km, 1.g-3 Gökçesöğüt köyü-1, 1.g-4: Gökçesöğüt köyü-2, 1.g-5: Karakaya köyü-1, 1.g-6: Karakaya köyü-2, 1.g-7: Eğirdir-Gelendost, 1.t-1: *I. tinctoria* kültür, 1.t-2: Yakaavşar köyü, 1.f: *I. floribunda* kültür, 1.c-1: Kapız Deresi, 1.c-2: Aksu)

Çömlekçioğlu (2011), *I. tinctoria* türünde bitki başına yaprak verimini Şubat ayında 29.8 g/bitki, Mart ayında 136.1 g/bitki ve Nisan ayında 82.8 g/bitki olarak tespit etmiştir. Bu çalışma elde ettiğimiz bulgularla kıyaslandığında Mart ve Nisan ayının

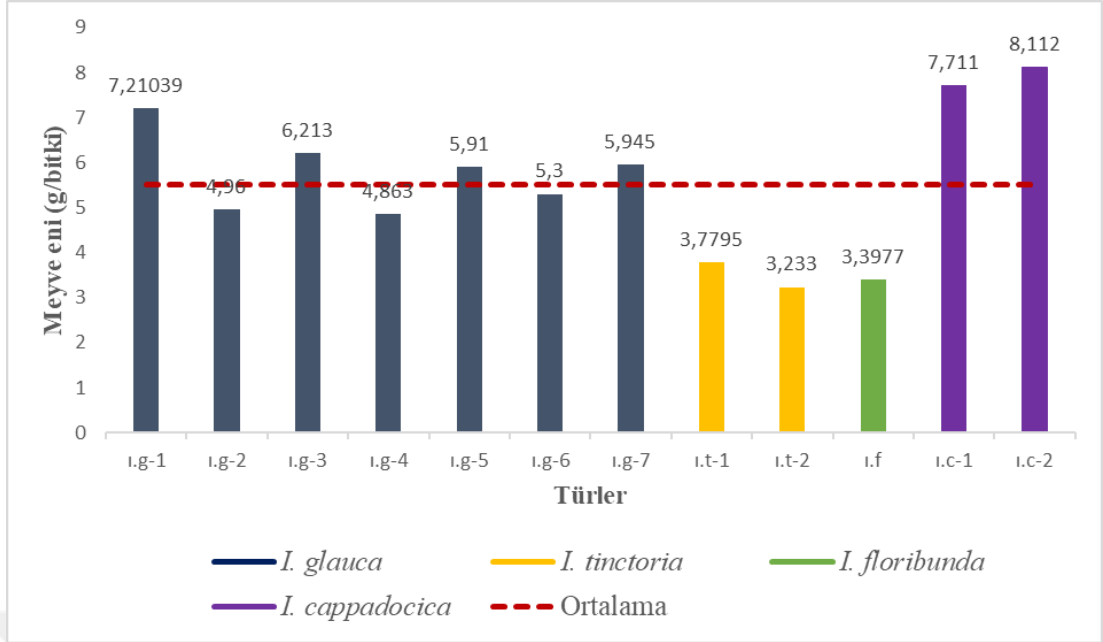
değerlerinden düşük değerlerde olmakla birlikte Şubat ayı verileri doğadan toplanan türlerle uyum göstermektedir.

4.7. Meyve Eni (mm)

Isatis türlerinin meyve enine ait tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu Çizelge 4.7’de ve ortalama değerlerin değişimi Şekil 4.7’de sunulmuştur. Buna göre en yüksek ortalama meyve enine sahip tür Aksu lokasyonuna ait *Isatis cappadoccica* (8.1 mm) olurken, en düşük ortalama değere sahip tür Yakaavşar lokasyonuna ait *I. tinctoria* (3.2 mm) olmuştur (Şekil 4.7). Bunun yanında ortalama meyve eni 5.5 mm olarak tespit edilmiş olup Gökçesöğüt 1; Karakaya 1, Eğirdir-Gelendost lokasyonlarından elde edilen ve kültürü yapılan *I. glauca* türleri ortalamanın üzerinde değer almıştır. Buna karşın *I. tinctoria* ve *I. floribunda* türleri ortalamanın altında yer almış ve buna ek olarak Isparta yolu 3.km, Gökçesöğüt 2 ve ise Karakaya köyü 2 lokasyonundan toplanan *I. glauca* türleri ortalamaya yakın değer almıştır.

Çizelge 4.7. *Isatis* türlerinin meyve enine ait ortalama değerler

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadoccica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür
Örnek Sayısı	60	10	10	10	20	10
En küçük	3.87	5.47	2.82	3.12	6.4	3.07
En büyük	7.12	8.65	3.44	5.35	9	3.95
Değişim aralığı farkı	3.25	3.18	0.62	2.23	2.6	0.88
Ortalama	5.5	7.2	3.2	3.8	7.9	3.4
Standart sapma	0.75	1	0.19	0.7	0.8	0.25
VK	13	13	5	18	10	7
Doğadan toplanan türler	5.8					
Kültüre alınan türler	4.8					
Tüm türler	5.5					



Şekil 4.7. *Isatis* türlerine ait meyve eni ortalama değerlerinin değişimi (1.g-1: *I. glauca* kültür, 1.g-2: Isparta Yolu 3.km, 1.g-3 Gökçesöğüt köyü-1, 1.g-4: Gökçesöğüt köyü-2, 1.g-5: Karakaya köyü-1, 1.g-6: Karakaya köyü-2, 1.g-7: Eğirdir-Gelendost, 1.t-1: *I. tinctoria* kültür, 1.t-2: Yakaavşar köyü, 1.f: *I. floribunda* kültür, 1.c-1: Kapız Deresi, 1.c-2: Aksu)

I. tinctoria üzerine yapılan diğer araştırmalarda meyve enini Davis (1965) 2-5 mm, Kızıl (2000) 2.4-2.8 mm, Akar (2006) 2-4 mm, Kızıl (2007) 1.33-1.59 mm, Çömlekçioğlu (2011) ilk yıl 38 mm ve ikinci yıl 4.1 olarak kaydetmiştir. Bu sonuçlar bulgularımızla birlikte kıyaslandığında önemli bir farklılık oluşturmamaktadır.

I. glauca türüne ait diğer araştırmalar incelendiğinde, meyve enini Davis (1965) 5-7 mm, Akar (2006) 5-8 mm, Görgülü (2012) 5.85-10.25 mm, Yıldırım (1987) 4-12 mm olarak tespit etmiştir. Bulgularımız bu değerler arasında bulunmakta olup araştırmacıların elde ettiği bulgularla örtüşmektedir.

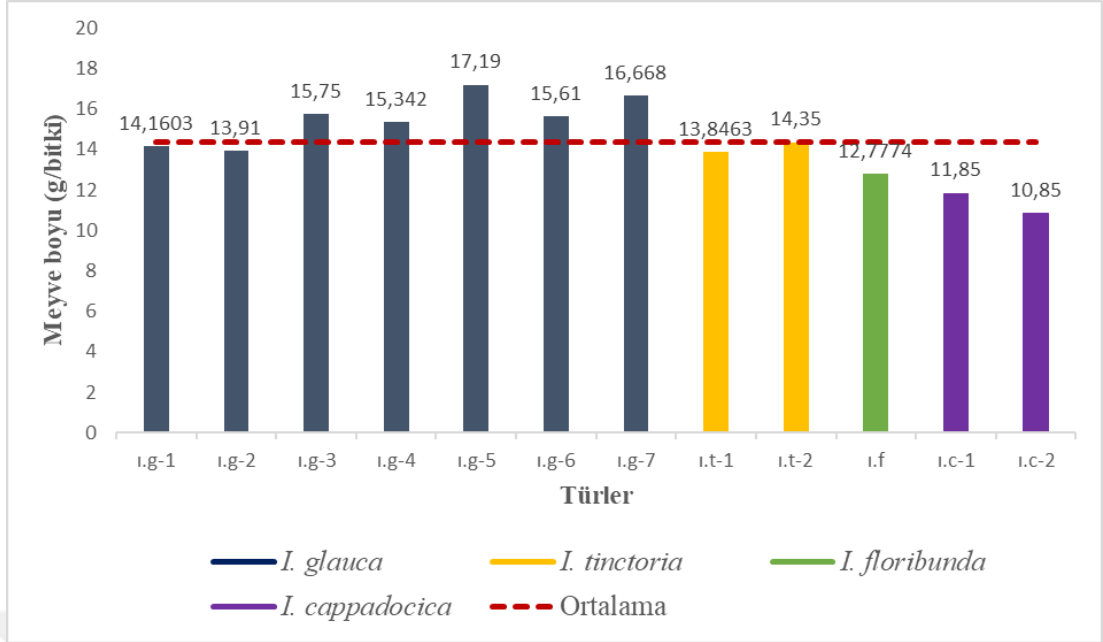
I. floribunda yapılan bir diğer araştırmada Yıldırım (1987) meyve enini 2-3.5 mm olarak tespit etmiştir. Elde ettiğimiz bulgular bu sonuçlarla uyum göstermektedir. *I. cappadocica* türünde yapılan diğer araştırmalarda ise meyve enini Yıldırım (1987) 3-20 mm, Durdu (2013) 2.21 mm olarak tespit etmiştir. Bulgularımız Yıldırım (1987)'nin vermiş olduğu değerler arasında olup Durdu'nun bulgularının üzerinde yer almaktadır.

4.8. Meyve Boyu (mm)

Isatis türlerinin meyve boyuna ait tanımlayıcı istatistiksel analiz tablosu Çizelge 4.8’de ve ortalama değerlerin değişimi Şekil 4.8’de sunulmuştur. Buna göre en yüksek ortalama meyve boyuna sahip tür, Karakaya köyü-1 lokasyonundan toplanan *I. glauca* türü (17.2 mm) olarak tespit edilirken, en düşük ortalama değer Aksu (10.9 mm) lokasyonundan toplanan *I. cappadocica* türünde saptanmıştır. Ortalama meyve boyu ise 14.36 mm olarak tespit edilmiştir. Isparta yolu 3.km Gökçesöğüt 1, Gökçesöğüt 2, Eğirdir-Gelendost lokasyonlarından toplanan ve kültürlü yapılan *I. glauca* türleri ortalamasının üzerinde değerler alırken, diğer türler ortalamasının altında yer almıştır.

Çizelge 4.8. *Isatis* türlerinin meyve boyuna ait ortalama değerler

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadocica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür	Doğal	Kültür
Örnek Sayısı	60	10	10	10	20	10
En küçük	12.5	13.22	12.34	12.43	9.12	10.61
En büyük	19.97	15.01	15.62	15.30	12.96	14.70
Değişim aralığı farkı	7.47	1.79	3.28	2.87	3.84	4.09
Ortalama	15.7	14.2	14.35	13.85	11.35	12.78
Standart sapma	1.83	0.6	1.02	1.06	1.17	1.37
VK	11	4	7	7	10	10
Doğadan toplanan türler	14.61					
Kültüre alınan türler	13.60					
Tüm türler	14.36					



Şekil 4.8. *Isatis* türlerine ait meyve boyu ortalama değerlerinin değişimi (1.g-1: *I. glauca* kültür, 1.g-2: Isparta Yolu 3.km, 1.g-3 Gökçesöğüt köyü-1, 1.g-4: Gökçesöğüt köyü-2, 1.g-5: Karakaya köyü-1, 1.g-6: Karakaya köyü-2, 1.g-7: Eğirdir-Gelendost, 1.t-1: *I. tinctoria* kültür, 1.t-2: Yakaavşar köyü, 1.f: *I. floribunda* kültür, 1.c-1: Kapız Deresi, 1.c-2: Aksu)

I. tinctoria üzerine yapılan diğer araştırmalarda meyve boyunu Akar (2006) 2-4 mm, Kızıl (2007) 2.56-3.45 mm, Moazzeni vd. (2007) 3 mm, Çömlekçioğlu (2011) 15.8-16.7 mm olarak kaydetmiştir. Bu anlamda bulgularımız Çömlekçioğlu (2011)'nin bulgularıyla paralellik göstermektedir. Diğer araştırmacıların bulguları ise bulgularımızın altında yer almaktadır.

I. glauca 'da meyve boyunu Davis (1965) 13-22 mm, Akar (2006) 12-21 mm, Görgülü (2012) 12.07-22.35 mm ve Yıldırım (1987) 8-32 mm olarak tespit etmiştir. Bulgularımız kıyaslamalı olarak değerlendirildiğinde bu sonuçlarla paralellik göstermektedir.

I. floribunda üzerine yapılan bir araştırmada, Yıldırım (1987) meyve boyunu 13.20 mm olarak tespit etmiştir. Bu sonuçlarla elde ettiğimiz bulgular birlikte değerlendirildiğinde önemli bir farklılık görülmemektedir. *I. cappadocica* türünde yapılan diğer araştırmalarda ise meyve boyunu Yıldırım (1987) 5-30 mm, Moazzeni vd (2007) 4-5 mm, Durdu (2013) 10.94 mm olarak kaydetmiştir. Elde ettiğimiz veriler bu bulgularla beraber ele alındığında Durdu (2013) ve Yıldırım (1987) ile benzerlik

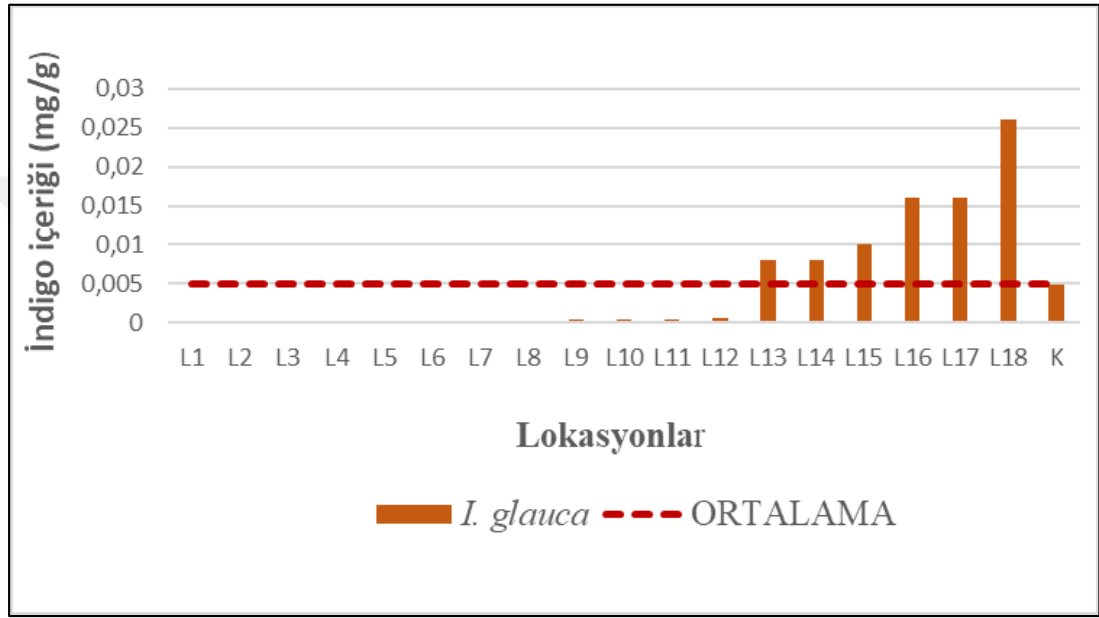
göstermekte olup öte yandan Moazzeni vd. (2007)'nin elde ettiği bulguların üzerinde yer almaktadır.

4.9. İndigo İçeriği (mg/g)

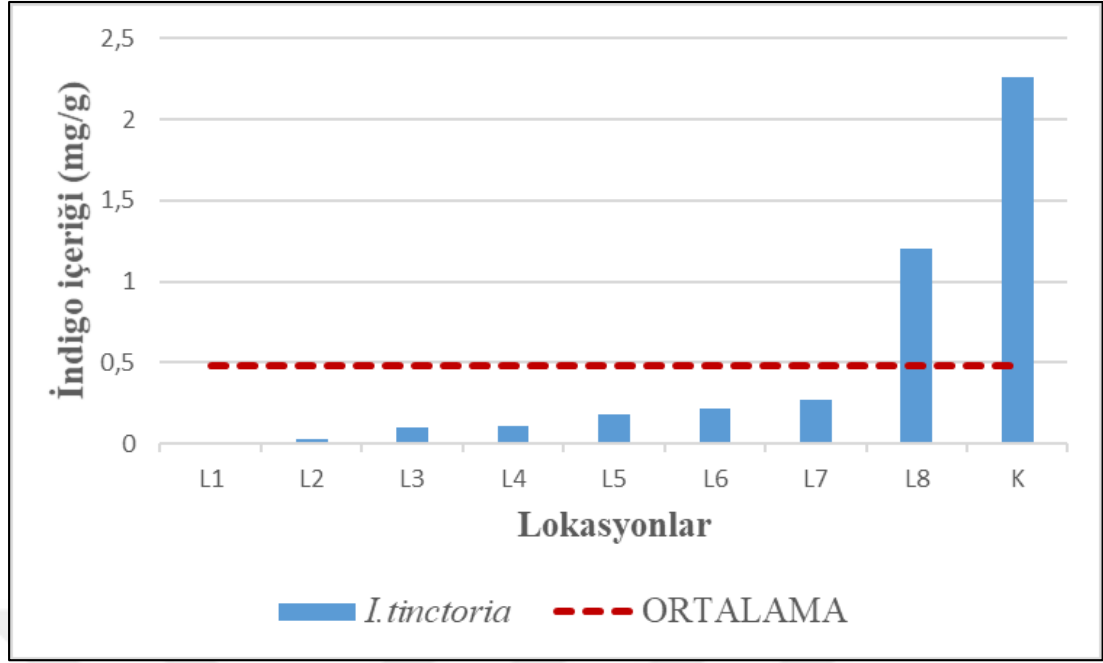
Isatis türlerinin indigo içeriğine ait ortalama değerler Çizelge 4.9'da, *Isatis tinctoria* türlerine ait indigo içeriklerinin ortalama değerlerinin değişimi ise Şekil 4.9 (*Isatis glauca*) ve 4.10 (*Isatis tinctoria*)'da sunulmuştur. Buna göre *I. glauca*, *I. tinctoria*, *I. cappadocica* ve *I. floribunda* türlerinin ortalama indigo içerikleri sırasıyla 0.005 , 0.48, 0.004 ve 0.01 mg/g olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.9'dan da anlaşıldığı üzere türler arasında en yüksek indigo içeriğine sahip olan türün *I. tinctoria*, en düşük indigo içeren türün ise *I. glauca* ve *I. cappadocica* türleri olduğu görülmektedir. *I. glauca* ve *I. tinctoria* türlerinin indigo içerikleri sırasıyla 0.00-0.02 ve 0.05-2.26 mg/g aralığında değişmiştir. Şekil 4.9'da görüldüğü gibi Atabey- Gönen, Pazararası , Gökçesöğüt köyü, Sütçüler Gül Parkı, Yazılı Kanyon- Çandır yolu, Sütçüler- Kovada lokasyonlarından toplanan ve kültürü yapılan *I. glauca* türleri ortalamanın üzerinde yer alırken, doğadan toplanan diğer türler çok düşük düzeyde indigo ihtiva ettikleri için ortalamanın altında yer almıştır. Sütçüler Gül Parkı, Yazılı Kanyon-Çandır yolu, Sütçüler-Kovada lokasyonlarından toplanan türlerdeki indigo içeriğinin kültür ortamındakinden daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Şekil 4.10 incelendiğinde ise Kapız Deresi üstü lokasyonundan toplanan ve kültürü yapılan *I. tinctoria* türlerinin ortalamanın üzerinde değer aldıkları görülmektedir. Değerlendirmeler sonucunda bütün türlere kıyasla en fazla indigo içeren türün kültür ortamında yetiştirilen *I. tinctoria* (2.26 mg/g) olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak erken dönemde toplanan aynı türe ait bitkilerde indigo miktarları geç dönemde toplananlara göre daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.9. *Isatis* türlerinin indigo içeriğine ait ortalama değerler

Türlere ilişkin değişkenler	<i>I. glauca</i>		<i>I. tinctoria</i>		<i>I. cappadocica</i>	<i>I. floribunda</i>
	Doğadan toplanan	Kültürü yapılan	Doğadan toplanan	Kültürü yapılan	Doğadan toplanan	Kültürü yapılan
Ortalama (mg/g)	0.004	0.01	0.26	2.26	0.004	0.01
Genel Ortalama (mg/g)	0,005		0,48		0,004	0,01



Şekil 4.9. *Isatis glauca* türlerine ait indigo içeriklerinin ortalama değerlerinin değişimi (L1: Isparta Yolu 3.km, L2: Eğirdir-Gelendost, L3: Atabey tarla içi, L4: Isparta-Eğirdir, L5: Atabey-Gönen, L6: Burdur-Keçiborlu, L7: Ş. karaağaç-Gelendost, L8: Bayat-Atabey, L9: Karakaya köyü 1, L10: Karakaya Köyü 2, L11: Ş. karaağaç tarla içi, L12: Göksöğüt köyü 1, L13: Atabey-Gönen 2, L14: Pazararası, L15: Gökçesöğüt köyü 2, L16: Sütçüler gül parkı, L17: Y.kanyon-çandır yolu, L18: Sütçüler-Kovada, K: *I. glauca* kültür)



Şekil 4.10. *Isatis tinctoria* türlerine ait indigo içeriklerinin ortalama değerlerinin değişimi (L1: Kazak 2.tünel, L2: Yakaavşar, L3: Kazak 1.tünel, L4: Aşağı Gökdere-Yazılı kanyon, L5: Kazak 1.tünel-Çağlayan, L7: Yazılı Kanyon, Antalya Yolu 3.baraj, L8: Kapız Deresi üstü, K: *I. tinctoria* kültür)

I. tinctoria türü üzerindeki araştırmalar incelendiğinde Kahramanmaraş ekolojik şartlarında yapılan araştırmalarda Çömlekçioğlu (2011) indigo içeriğini 0.34-4.187 mg/g , Karaman vd. (2015) ilk yıl ortalama 0.74 mg/g, ikinci yıl ise 2.59 mg/g , Durdu (2013) 0.56-1.12 mg/g olarak tespit ederken, Sales (2006) İspanya’da 0.3-0.7 g/kg, Rocha vd.(2011) Portekiz’de 0.3-0.5 g/kg ve Orsini (2012) İtalya’da 0.04 mg/g aralığında tespit etmiştir. Kültür ortamında yetiştirilen türlerle yapılan kıyaslamalarda bulgularımız özellikle Çömlekçioğlu (2011) ve Karaman vd. (2015)’nin bulgularıyla paralellik gösterirken, diğer araştırmacıların bulgularının üzerinde yer almıştır. Doğadan toplanan türlerdeki indigo içeriğinin ise Durdu (2013), Sales (2006) ve Rocha vd. (2011) çalışmalarından elde edilen indigo içeriklerine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

I. glauca ve *I. floribunda* türüne ait bulgular değerlendirildiğinde ise Karaman (2016)’nın Kahramanmaraş’ta gerçekleştirdiği çalışmasında indigo içeriğini her iki türde de 0.01 mg/g olarak belirlemiştir. Kültüre alınan türlere ait bulgularımız kıyaslandığında bulguların birebir örtüştüğü görülmektedir.

I. cappadocica subsp. *steveniana* türüne ait Kahramanmaraş'ta yapılan diğer araştırmalarda indigo içeriğini Durdu (2013) 0.72-1.5 mg/g ve Karaman (2016) ise ortalama 0.78 mg/g olarak kaydetmişlerdir. Çalışmamız kıyaslamalı olarak ele alındığında bulgularımızın araştırcıların bulgularının altında yer aldığı görülmektedir.

Tüm türler için indigo miktarındaki bu farklılıkların, bitkinin yaşı, hasat zamanı, habitat, coğrafi konum, ekstraksiyon yöntemi ve genotip kaynaklı olabildiği söylenebilmektedir (Kokubun vd., 2007).

4.10. Renklerin Değerlendirilmesi

Çivit otu bitkisinde asıl üzerinde durulması gereken en önemli parametreler renk özellikleri ve renk verimidir. *I. tinctoria* türüyle boyanan yün ipliklerine ait renk ölçümleri Minolta CM-3600d markalı spektrofotometre yardımı ile yapılmıştır.

Daha önce bahsi geçen renk eksenlerini ele almak gerekirse “L*” değeri açıklık eksenidir. Bu eksene ait değer ideal siyah renk için 0'dan başlar ve ideal beyaz renge doğru 100'e kadar değer alır. Ölçümün yapıldığı eksenlerden olan “a*” kırmızı-yeşil eksenini, “b*” sarı-mavi eksenini, “C” doygunluğu ve “h” renk cinsini ifade etmektedir. Buna göre maksimum absorpsiyonun ölçüldüğü 360 nm dalga boyundaki reflaktans değerleri esas alınarak yapılan ölçümler sonucunda L*, a*, b*, C*, h* değerleri sırasıyla 20.17, -0.13, -6.99, 6.99, 268.97 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler değerlendirildiğinde değerler mavi eksene daha yakın olmuş ve algılanan renk mavi olmuştur. Bu rengin açıklığı ve koyuluğuna dair yapılan Kubelka-Munk denkleminde göre (K/S) değeri 14.65 olarak hesaplanmış ve elde edilen rengin lacivert olduğu belirlenmiştir.

4.11. Yıkama Haslığı

Yün ipliklerde Gyrowash yıkama haslığı cihazında yapılan yıkamalar sonucunda elde edilen suda renk haslığı refakat kumaşlarının cinsine göre Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. *Isatis tinctoria* türüne ait yıkama haslık değerleri

Refakat Kumaşı	Haslık Değeri	
	Lekeleme Değeri	Renk Değişimi
Diasetat	3	4-5
Pamuk	4-5	4-5
Poliamid	2	4-5
Akrilik	4-5	4-5
Yün	4-5	4-5

Çizelge 4.10'dan anlaşıldığı üzere yıkama haslık değeri 2-5 arasında değişmiştir. Buna göre en iyi haslık değerleri pamuk, akrilik ve yünden (4-5) elde edilirken, en düşük haslık değeri (2) ise poliamid kumaşından elde edilmiştir. Bu anlamda bulgularımız Akar (2006) ve Çömlekçioğlu (2011)'nin *I. tinctoria* türünde yıkama haslıklarını 2 ile 4-5 aralığında değiştiğini saptadıkları araştırma bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca bulgularımız *Indigofera tinctoria* bitkisinde kumaşlarının yıkama haslığını 4-5 değerlerinde bulan Muzzazinah (2016) ile kıyaslandığında poliamid ve asetat değerlerinin düşük olduğu görülmekte olup diğerlerinde bir farklılık göze çarpmamaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapraklarında bulunan indigo sayesinde özellikle tekstil sektörünü, köklerindeki antikanserojen bir madde olan indirubin nedeniyle geleneksel ve modern tıp camiasını, altın sarısı çiçekleriyle bal arılarını, alternatif bir ürün olarak çiftçileri, tür çeşitliliğiyle taksonomistleri, insanlık tarihi kadar eski olan geçmişiyle hepimizi ilgilendiren çivit otu (*Isatis sp.*) son yıllarda popülaritesi gün geçtikçe artan önemli bir doğal boya bitkisi haline gelmiştir. Yaşama alanı olarak kendisine tarla ve yol kenarlarını, kayalık alanları seçecek kadar mütevazi olan bu bitki ülkemizin birçok yerinde doğal olarak yetişmektedir. Tekstil ürünlerini çeşitli renklere boyama için beklemekte ve kendine taksonomik bir kimlik bulma arayışında olan çivit otu heba olup gitmeyi değil, gün yüzüne çıkartılarak daha önceki dönemlerde olduğu gibi ülke ekonomisine katkı vermeyi hak etmektedir. Çivit otunun üretiminden pazarlanmasına kadar tüm aşamalarının ayrıntılı bir şekilde ele alınması ve bu aşamaların tümünü kapsayacak şekilde gerekli metodolojilerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Isparta ve çevresinde yayılış gösteren *Isatis* türlerini tespit etmek ve bu ildeki boya bitkileri potansiyelini ortaya koymak amacıyla yürütülen bu tez çalışmasında, daha önce yapılan çalışmalara ek olarak *I. cappadocica* türüne Aksu Zindan Mağarası (1235 m) yolu ve Dedegöl Dağı (1453 m) lokasyonunda rastlanırken, *I. glauca* türüne Gökçesöğüt köyü (1042-1043 m), Karakaya köyü (1329-1333 m), Atabey- Gönen yolu (992 m), Burdur-Keçiborlu (918 m), Yazılı Kanyon- Çandır yolu (559,82 m), Sütçüler-Kovada (864.79 m) ve Pazararası tarla içi (1022.36 m) lokasyonlarında rastlanmıştır. Bu türlerin yanısıra *I. tinctoria* türüne Kapız Deresi üstünde ve Kazak Tüneli çıkışında (613 m) rastlanmıştır.

Isatis türleri genel olarak ele alındığında doğadan toplanan türler morfolojik özellikler yönünden daha fazla varyasyon göstermiştir. Bitki boyuna ilişkin sonuçlar mercək altına alındığında en yüksek bitki boyunun doğadan toplanan *I. tinctoria* türünden elde edildiği görülürken, en düşük bitki boyunun ise *I. cappadocica* türünden elde edildiği görülmüştür. Doğadan toplanan *I. tinctoria* türünde bitki boyu 100-145 cm (ortalama 125.78 cm) olurken, kültüre alınan türde 64-100 cm (ortalama 83.4 cm) olmuştur. Doğadan toplanan *I. glauca* türünde ise 52-115 cm (ortalama 83.75 cm) tespit edilirken, kültürü yapılan *I. glauca* türünde 70.1-89 cm (ortalama 80.33 cm) değer

aralığında tespit edilmiştir. Diğer yandan *Isatis cappadocica* türüne ait sonuçlar incelendiğinde bitki boyunun 30-67.5 cm (ortalama 46.7 cm) değer aldığı görülürken, *I. floribunda* türünün 72-95 cm (ortalama 81.9 cm) aralığında değer aldığı görülmüştür.

Yaprak enine ait sonuçlar ele alındığında ise en büyük yaprak eni kültüre alınan *I. glauca* türünde en düşük yaprak eni ise *I. cappadocica* türünde ölçülmüştür. Elde edilen verilere bakıldığında doğadan toplanan *I. glauca* türünde yaprak eni 19.10-58.79 mm (ortalama 33.54 mm) olarak saptanırken, kültürlü yapılan türlerde ise 30-50 mm (ortalama 40 mm) aralığında belirlenmiştir. *I. tinctoria* türünde ise doğadan toplanan ve kültüre alınan bitkiler sırasıyla 23-38 mm (ortalama 29.26 mm) ve 28.9-40 mm (ortalama 35 mm) değerler almıştır. *I. cappadocica* ve *I. floribunda* türleri sırasıyla 6.19- 15.80 (ortalama 9.35 mm) ve 10-30 mm (ortalama 22.2 mm) aralığında değişim göstermiştir.

Yaprak boyuna ait sonuçlar değerlendirildiğinde ise en büyük yaprak boyu kültüre alınan *I. glauca* türünde ölçülürken, en düşük yaprak boyu ise *I. cappadocica* türünde ölçülmüştür. Buna göre *I. glauca* türünde doğadan toplanan ve kültüre alınan türlerde sırasıyla yaprak boyu 51.2-190 mm (ortalama 113.5 mm) ve 100-220 mm (ortalama 160 mm) aralığında değer almıştır. *I. tinctoria* türünde doğadan toplanan ve kültüre alınan türlerde bu değer sırasıyla 97-157.6 mm (113.9 mm) ve 100-200 mm (ortalama 148.3 mm) aralığında değişmiştir. *I. cappadocica* ve *I. floribunda* türleri ise sırasıyla 48.64-85.56 mm (68.24 mm) ve 90-220 mm (ortalama 151.6 mm) aralığında değer almıştır.

Gövde çapına ait sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda ise benzer sonuçlardan söz edilebilmektedir. En yüksek değerlere sahip tür doğada yetişen *I. tinctoria* olurken, en düşük değere sahip tür ise *I. cappadocica* olmuştur. *I. glauca* türlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde doğal ve kültür ortamında yetişen bitkiler sırasıyla 3.56-13.24 mm (ortalama 8.44 mm) ve 4.70-8.70 (ortalama 6.88 mm) aralığında değişim göstermiştir. *I. cappadocica* ve *I. floribunda* türleri ise sırasıyla 2.25-2.95 mm (ortalama 2.55 mm) ve 5.60-9.40 mm (ortalama 7.68 mm) arasında değer almıştır.

Bitki başına taze yaprak verimine ait sonuçlar değerlendirildiğinde ise kültüre alınan *I. glauca* türünde en yüksek değerlere ulaşılırken, doğadan toplanan *Isatis tinctoria* türünde en düşük değerler gözlenmiştir. *I. glauca* doğadan toplanan ve kültüre alınan türler sırasıyla 51.01 g/bitki ve 92.8 g/bitki ortalama değer aldığı görülmüştür. *I. tinctoria* türünde ise doğadan toplanan ve kültüre alınan bitkilerde bu değerler sırasıyla 20.3-45.2 g/bitki aralığında bulunmuştur. *I. cappadocica* ve *I. floribunda* türlerinde ise bu değer sırasıyla 21.2 ve 35.6 g/bitki olmuştur.

Meyve enine ait sonuçlar ışığında en yüksek değer *Isatis cappadocica* türünden elde edilirken, en düşük değer ise kültürü yapılan *I. tinctoria*'dan elde edilmiştir. Buna göre *I. glauca* 'da doğal ve kültür ortamındaki türlere ait ortalama sırasıyla 5.5 ve 7.2 mm, *I. tinctoria* 'da 3.2 ve 3.8 mm aralığında değişmiştir. *Isatis cappadocica* 'da bu değer 7.9 mm olarak saptanırken, *Isatis floribunda* 'da 3.4 mm olarak tespit edilmiştir.

Meyve boyuna ait değerler incelendiğinde ise en yüksek meyve boyuna sahip türün doğal ortamındaki *I. glauca* türü, en düşük meyve boyuna sahip türün ise *I. cappadocica* türü olduğu görülmüştür. Buna göre *I. glauca* 'da doğal ve kültür ortamdaki türlere ait ortalamalar sırasıyla 15.7 ve 14.2 mm olurken, *I. tinctoria* 'da 14.35 ve 13.85 mm olmuştur. *Isatis cappadocica* 'da ise bu değer 11.35 mm olarak saptanırken, *Isatis floribunda* 'da 12.78 mm olarak saptanmıştır.

Türlerin indigo içeriğine ait sonuçlar değerlendirildiğinde, en düşük indigo içeriğine sahip türlerin doğadan toplanan *I. glauca* ve *I. cappadocica* türleri (0.004 mg/g) olduğu belirlenirken, en yüksek indigo içeriğine sahip türün ise kültürü yapılan *I. tinctoria* (2.26 mg/g) olduğu saptanmıştır. *I. glauca* türlerinde doğadan toplanan ve kültüre alınan türlerde ortalama indigo içeriği 0.004 mg/g ve 0.01 mg/g olarak tespit edilmiştir. *I. tinctoria* 'da ise doğadan toplanan ve kültüre alınan türlerin indigo içeriği sırasıyla 0.26 mg/g ve 2.26 mg/g olarak belirlenmiştir. *I. cappadocica* ve *I. floribunda* türlerinin indigo içeriği ise sırasıyla 0.004 mg/g ve 0.01 mg/g olarak ölçülmüştür. Buna ek olarak lacivert yün ipliklerde yapılan yıkama haslıkları sonucu yıkama haslık değerleri ortalama 2-5 aralığında değişmiştir.

Bu sonuçlar topluca değerlendirildiğinde *I. glauca* türü morfolojik karakterler bakımından diğer türlere göre üstün özellikler gösterirken, indigo içeriği yönünden

diğerlerine göre daha düşük değerlere sahip olduğu görölmektedir. Bunun yanında *I. cappadocica* türünün genel olarak morfolojik ve agronomik özellikler yönünden düşük değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Bu sonuçlar ışığında ilk adımda boyarmadde içeriği yüksek olan *I. tinctoria* türlerinin kültüre alınması ve boyarmadde yönünden düşük diğer türlerin tıbbi yönden araştırılması gerekmektedir. Buna ek olarak, yüksek herba verimine sahip türler ile boyarmadde içeriği yüksek türlerin melezlenmesine yönelik ıslah programları geliştirilmeli, boyarmadde içeriğinin artırılmasına ve boyama özelliklerinin iyileştirilmesine dönük yöntemlerin geliştirilmesi, farklı ekstraksiyon ve boyama metodlarının ortaya konması üzerinde kapsamlı araştırmalar yapılması gerekmektedir. Ayrıca Isparta ilinde yoğun olarak yayılış gösteren *Isatis* türlerinin genetik çeşitliliğinin kapsamlı bir şekilde araştırılmasına yönelik moleküler karakterizasyon çalışmalarına yer verilmelidir

Pahalı bir pigment olan ve tekstilde yoğun olarak kullanılan sentetik indigo yerine çivit otu bitkisinden elde edilen doğal indigonun ekonomiye kazandırılması, doğal boya bitkilerinin kültürünün teşvik edilerek bu türün stratejik bir bitki haline getirilmesi ve bunun sonucu olarak da kısa zamanda bölge halkının uzun vadede ülkemizdeki sanayi kollarının bu bitki üzerinden kazanç sağlaması yönünden ayrıca Isparta Halıcılığı'nın yeniden canlandırılması ve kökboyacılığının teşviki sağlanması bakımından bu tez çalışması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Akar, D. (2006). *Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yayılış Gösteren Bazı Isatis (Çivit Otu) Türlerinin Boyama Özelliklerinin ve Boyarmadde İçeriklerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Al Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A. & Kellogg, E. A. (2006). Systematics and phylogeny of the *Brassicaceae* (*Cruciferae*): An overview. *Plant Systematics and Evolution*, 259(2-4), 89-120. <https://doi.org/10.1007/s00606-006-0415>.
- Angelini, L. G., Tozzi, S. & Di Nasso, N. N. (2007). Differences in leaf yield and indigo precursors production in woad (*Isatis tinctoria* L.) and Chinese woad (*Isatis indigotica* Fort.) genotypes. *Field Crops Research*, 101(3), 285-295. <https://doi.10.1016/j.fcr.2006.12.004>.
- Baydar, H. & Bıyıklı, M. 2019. Boya Bitkileri ve Bitkisel Boyacılık, *Harman Time*, 72, 92-98.
- Birhanlı, A. & Özmen, M. (2005). Evaluation of the toxicity and teratogenicity of six commercial textile dyes using the frog embryo teratogenesis assay-xenopus, *Drug and Chemical Toxicology*, 28(1), 51-65. <https://doi:10.1081/DCT-39689>.
- Bulut, M. O. & Akar, E. (2012). Ecological dyeing with some plant pulps on woolen yarn and cationized cotton fabric. *Journal of Cleaner Production*, 32, 1-9. <https://doi.0.1016/j.jclepro.2012.03.010>.
- Campeol, E., Angelini, L. G., Tozzi, S. & Bertolacci, M. (2006). Seasonal variation of indigo precursors in *Isatis tinctoria* L. and *Polygonum tinctorium* Ait. As affected by water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 58(1-3), 223-233. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.09.006>.
- Cao, Y. W., Qu, R. J., Miao, Y. J., Tang, X. Q., Zhou, Y., Wang, L. & Geng, L. (2019). Untargeted liquid chromatography coupled with mass spectrometry reveals metabolic changes in nitrogen-deficient *Isatis indigotica* Fortune. *Phytochemistry*, 166(1), 112058. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2019.112058>.
- Cardon D. (2003) *Le monde des teintures naturelles*. Paris, Belin.
- Cesare, C. G. (1989). *De Bello Gallico*. Milano, Bompiani.
- Çömlekcioğlu, N., Efe, L. & Karaman, Ş. (2014). Kahramanmaraş koşullarında farklı ekim zamanlarının *Isatis tinctoria* ve *Isatis buschiana* türlerinin verim ve bazı agronomik özellikleri üzerine etkileri, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 67-78.

- Çömlekçioğlu, N. (2011). *Kahramanmaraş'ta Yayılış Gösteren Bazı Isatis spp. (Çivit otu) Türlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Verim Unsurlarına Etkisi ile Boyama Özelliklerinin ve Boyarmadde Miktarının Saptanması* (Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çömlekçioğlu, N., Efe, L. & Karaman, S. (2015). Extraction of indigo from some *Isatis* species and dyeing standardization using low-technology methods. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58(1), 96-102. <https://doi.10.1590/S1516-8913201502658>.
- Çömlekçioğlu, N., Efe, L. & Karaman, Ş. (2017). Effect of different sowing times on leaf characteristics and indican content of some *Isatis* species. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 1-10. <https://doi.10.21566/tarbitderg.323555>.
- Doğan, E. E., Yeşilada, E., Özata, L. & Yoloğlu, S. (2005). Genotoxicity testing of four textile dyes in two crosses of drosophila using wing somatic mutation and recombination test, *Drug and Chemical Toxicology*, 28(3), 289-301. <https://doi.10.1081/DCT-200064473>.
- Durdu, H. (2013). *Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yayılış Gösteren Isatis tinctoria subsp. tomentella ve Isatis cappadocica subsp. stevenia Türlerinin Morfolojik Özelliklerinin ve Boya Kalitesinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ekim, T. (1987). *Arıcılıkta önem taşıyan bitkiler ve bunların yurdumuzdaki durumu*. Türkiye 1. Arıcılık Kongresi. Tarım Orman ve Köyışleri Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Faroqhi S. (1993). *Osmanlıda Kentler ve Kentliler*. Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul.
- Gai, Q. Y., Jiao, J., Wang, X., Zang, Y. P., Niu, L. L. & Fu, Y. J. (2019). Elicitation of *Isatis tinctoria* L. hairy root cultures by salicylic acid and methyl jasmonate for the enhanced production of pharmacologically active alkaloids and flavonoids. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 137(1), 77-86. <https://doi.org/10.1007/s11240-018-01553-8>.
- Gasparrini, G. (1845). *Breve ragguaglio dell'agricoltura e pastorizia del regno di Napoli al di qua del Faro*. Napoli, Filiale.
- George, D. & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Pearson, Boston.
- Görgülü, E. (2012). *İç Anadolu Bölgesi'nde Yetişen Isatis glauca'nın Genetik Çeşitliliğinin Moleküler İşaretleyle Karakterizasyonu*. (Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Guarino, C., Casoria, P. & Menale, B. (2000). Cultivation and use of *Isatis tinctoria* L. (*Brassicaceae*) in Southern Italy. *Economic Botany*, 54(3), 395–400. <https://doi.org/10.1007/BF02864789>.
- Güner, M., Kalaycıoğlu, A. T., Kanbolat, S., Korkmaz, N., Aliyazıcıoğlu, R., Abudayyak, M. & Özgen, U. (2019). Evaluation of antioxidant, antimicrobial, antityrosinase and cytotoxic potentials of *Isatis cappadocica* subsp. *alyssifoli* as a potent pharmaceutical resource. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 1-12. <https://doi.org/10.9734/jpri/2019/v26i530146>.
- Hamburger, M. (2002). *Isatis tinctoria*- From the rediscovery of an ancient medicinal plant towards a novel anti-inflammatory phytopharmaceutical. In *Phytochemistry Reviews*, 1(3), 333-344. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2014.12.001>.
- Hartl, A., Gaibor, A. N. P., Van Bommel, M. R. & Hofmann-de Keijzer, R. (2015). Searching for blue: experiments with woad fermentation vats and an explanation of the colours through dye analysis. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2, 9-39. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2014.12.001>.
- Hoke, R. A. & Ankley, G. T. (2005.). Application of frog embryo teratogenesis assay-xenopus to ecological risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24(10), 2677-2690. <https://doi.org/10.1897/04-506r.1>.
- Hornung-Leoni, C. & Sosa, V. (2006). Morphological variation in *Puya* (*Bromeliaceae*): An allometric study. *Plant Systematics and Evolution*, 256(1–4), 35–53. <https://doi.org/10.1007/s00606-005-0302-z>.
- Hurry J.B (1930). *The woad plant and its dye*. London, Oxford University.
- Jager, I., Hafner, C. & Schneider, K. (2004). Mutagenicity of different textile dye products in *Salmonella typhimurium* and mouse lymphoma cells, *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 561(1-2), 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2004.03.005>.
- Karadag, R & Yurdun, T. (2010). Dyestuff and colour analyses of the Seljuk carpets in Konya Ethnography Museum. *Studies in Conservation*, 55(2), 178-183. <https://doi.org/10.1179/sic.2010.55.Supplement-2.178>.
- Karadağ, R. (2007). *Doğal Boyamacılık*. Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü Yayınları, Kültür ve Turizm Bakanlığı Basımevi.
- Karakaş, Ö. (2019). Effects of methyl jasmonate and putrescine on tryptanthrin and indirubin production in in vitro cultures of *Isatis demiriziana* Mısırdalı. *International Journal of Secondary Metabolite*, 6(3), 241-250. <https://doi.org/10.21448/ijsm.521498>.

- Karaman, R. (2019). *Maş Fasulyesi (Vigna radiata Wilczek) Genotiplerinin /Yerel Populasyonlarının Isparta Koşullarında Fenolojik, Morfolojik, Agronomik ve Bazı Teknolojik Özellikleri Yönünden Karakterizasyonu* (Doktora Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Karaman, Ş., Diraz, E., Çömlekçioğlu, N., İlçim, A., Durdu, H. & Tansı, S. (2015). High yielding indigo sources in native *Isatis (Brassicaceae)* taxa from Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 63(3), 531–543. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0269-8>.
- Kerimi, N., Ghaderian, S. M., Raab, A., Feldmann, J. & Meharg, A. A. (2009). An arsenic-accumulating, hypertolerant brassica, *Isatis capadocica*. *New Phytologist*, 184(1), 41–47. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02982>.
- Kızıl, S. & Aslan, N. (2001). Bazı çivit otu (*Isatis tinctoria*, *Isatis constricta* Davis) türleri ile yün halı ipliklerinin boyanması ve elde edilen renklerin bazı haslık değerlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3), 42-47. https://doi.10.1501/Tarimbil_0000000645.
- Kızıl, S. (2000). *Bazı Çivit otu (Isatis tinctoria l. ve Isatis constricta Davis) Türlerinde Uygun Ekim Sıklığı ve Boyama Özelliklerinin Saptanması Üzerine Araştırmalar* (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kızıl, S. (2006). Morphological and agronomical characteristics of some wild and cultivated *Isatis* species. *Journal of Central European Agriculture*, 7(3), 479–484.
- Kızıl, S., Arslan, N. & Khawar, K. M. (2007). Effect of different sowing densities on some characteristics of *Isatis tinctoria* L. and *Isatis constricta* Davis and on the recovery of indican. *Acta Agronomica Hungarica*, 55(2), 251–260. <https://doi.org/10.1556/AAgr.55.2007.2.13>.
- Küpelı, E., Orhan, İ. & Yesilada, E. (2008). Evaluation of some plants used in Turkish folk medicine for their anti-inflammatory and antinociceptive activities. *Pharmaceutical Biology*, 45(7), 547-555. <https://doi.org/10.1080/13880200701498895>.
- Li, H. & Goodwill, R. (2010). Antibacterial Activity of *Isatis tinctoria*. China.
- Mathur, N. & Bhatnagar, P. (2007). Mutagenicity assesment of textile dyes from Sanganer (Rajasthan). *Journal of Environmental Biology*, 28 (1), 123-126.
- Miao, Y. J., Qu, R. J., Sha, J. T., Cao, Y. W., Guan, J. L., Xu, J. & Yang, J. (2019). Growth, secondary metabolism, and related gene expression in response to interactions of nitrogen and sulfur in *Isatis indigotica*. *Biologia Plantarum*, 63, 411–417. <https://doi.org/10.32615/bp.2019.053>.

- Moazzeni, H., Zarre, S., Al-Shehbaz, I. A. & Mummenhoff, K. (2007). Seed-coat microsculpturing and its systematic application in *Isatis* (*Brassicaceae*) and allied genera in Iran. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 202(6), 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.10.004>.
- Monaco, T. A., Johnson, D. A. & Creech, J. E. (2005). Morphological and physiological responses of the invasive weed *Isatis tinctoria* to contrasting light, soil-nitrogen and water. *Weed Research*, 45(6), 460–466. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2005.00480>.
- Mouri, C., Aali, A., Zhang, X. & Laursen, R. (2014). Analysis of dyes in textiles from the Chehrabad salt mine in Iran. *Heritage Science*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40494-014-0020-3>.
- Muzzazinah, Chikmawati, T. & Ariyanti, N. S. (2016). Correlation of morphological characteristics with the presence of indicant in *Indigofera* sp. *Sains Malaysiana*, 45(6), 883–890.
- Nguyen, T.K.O., Marcelo, P., Gontier, E. & Dauwe, R. (2019). Metabolic markers for the yield of lipophilic indole alkaloids in dried woad leaves (*Isatis tinctoria* L.). *Phytochemistry*, 163, 89-98. <https://doi.10.1016/j.phytochem.2019.04.006>.
- Oberthür, C., Graf, H. & Hamburger, M. (2004). The content of indigo precursors in *Isatis tinctoria* leaves a comparative study of selected accessions and post-harvest treatments. *Phytochemistry*, 65(24), 3261-3268. <https://doi.10.1016/j.phytochem.2004.10.014>.
- Orsini, R., Aquilanti, L., Osimani, Serrani, L., Baldini, G., Seddaiu, G. & Santilocchi, R. (2012). *Isatis tinctoria* L. Biomass production and indigo dye yield as influenced by mineral or organic nitrogen fertilization. *Agrochimica*, 56(6), 292–308.
- Özen, M. & Fakir, H. (2015). Isparta kasnak meşesi tabiatı koruma alanı ve çevresinin florası. *Journal of Natural & Applied Sciences*, 19(3).
- Plinio, G. S. (1985). *Storia Naturale*. Torino, Einaudi.
- Przybojewska, B., Baranski, B., Spiechowicz, E. & Szymczak, W. (1989). Mutagenic and genotoxic activity of chosen dyes and surface active compounds used in the textile industry. *Polish journal of occupational medicine*, 2(2), 175-185.
- Recio, M. C., Cerda-Nicolas, M., Potterat, O., Hamburger, M. & Rios, J. L. (2006). Anti-inflammatory and Antiallergic activity in vivo of lipophilic *Isatis tinctoria* extracts and tryptanthrin (vol 72, pg 539, 2006). *Planta Medica*, 72(7), 670-670. <https://doi.org/10.1055/s-2006-931562>.
- Rezaeipoor, R. U., Sanei, L. Z. & Kamalinejad, M. (2000). Effects of *Isatis cappadocica* on humoral immune responses. *Fitoterapia*. 14–18. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(99\)00092-1](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(99)00092-1).

- Rocha, L., Carvalho, C., Martins, S., Braga, F. & Carnide, V. (2011). Morpho-agronomic characterization and variation of indigo precursors in woad (*Isatis tinctoria* L.) accessions. *Plant Genetic Resources: Characterisation and Utilisation*, 9(2), 206–209. <https://doi.org/10.1017/S1479262111000499>.
- Sales, E., Kanhonou, R., Baixauli, C., Giner, A., Cooke, D., Gilbert, K. & Ros, R. (2006). Sowing date, transplanting, plant density and nitrogen fertilization affect indigo production from *Isatis* species in a Mediterranean region of Spain. *Industrial Crops and Products*, 23(1), 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.03.002>.
- Samanta, A.K. & Agarwal, P. (2009). Application of natural dyes on textiles, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 34(4), 384-399. [doi.10.1016/j.ijleo.2018.12.099](https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.12.099).
- Sharma, M.K. & Sobti, R.C. (2000). Rec effect of certain textile dyes in *Bacillus subtilis*. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 465(1), 27-38. [doi.10.1016/S1383-5718\(99\)00201-6](https://doi.org/10.1016/S1383-5718(99)00201-6).
- Song, Z., Johanson, H.K, Moser, C. & Hoiby N. (1996). Effects of chinese medicinal herbs on rat model of chronic *Pseudomonas aeruginosa* lung infection. *Apmis*, 104(1-6), 350-354.
- Spataro, G. & Negri, V. (2008). Assessment of the reproductive system of *Isatis tinctoria* L. *Euphytica*, 159(1–2), 229–231. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9479-2>.
- Spataro, G., Taviani, P. & Negri, V. (2007). Genetic variation and population structure in a Eurasian collection of *Isatis tinctoria* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(3), 573–584. <https://doi.org/10.1007/s10722-006-0014-4>.
- Tansı, S. (1988.) Çukurova koşullarında çivit otu (*Isatis tinctoria*)'nun performansının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(1).
- Tomlinson, P. (1985). Use of vegetative remains in the identification of dyeplants from waterlogged 9th-10th century AD deposits at York. *Journal of Archaeological Science*, 12(4), 269–283. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(85\)90033-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(85)90033-0).
- Ullah, I., Wakeel, A., Shinwari, Z. K., Jan, S. A., Khalil, A. T. & Ali, M. (2017). Antibacterial and antifungal activity of *Isatis tinctoria* L.(Brassicaceae) using the micro-plate method. *Pakistan J. Bot*, 49(5), 1949-1957.
- Ullah, I., Wakeel, A., Shinwari, Z. K., Jan, S. A., Khalil, A. T., & Ali, M. (2017). Antibacterial and antifungal activity of *Isatis tinctoria* L. (Brassicaceae) using the micro-plate method. *Pakistan Journal of Botany*, 49(5), 1949-1957.

Von Cossel, M., Iqbal, Y. & Lewandowski, I. (2019). Improving the ecological performance of miscanthus (*Miscanthus giganteus* Greef et Deuter) through intercropping with woad (*Isatis tinctoria* L.) and yellow melilot (*Melilotus officinalis* L.). *Agriculture*, 9(9), 194. <https://doi.org/10.3390/agriculture9090194>.

Yıldırım, Ş. (1988) . Türkiye'nin batı yarısı ve kuzeyindeki *Isatis* L. (*Cruciferae*) cinsinin revizyonu. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 12(3), 332-400.

Zhou, J. & Qu, F. (2011). Analysis of the extracts of *Isatis tinctoria* by new analytical approaches of HPLC, MS AND NMR. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8(5), 33-45. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v8i5S.1>.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhammed BIYIKLI
Doğum Yeri ve Yılı : Konya, 1992
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : muhammedbiyikli@isparta.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : Cemil Keleşoğlu Lisesi, 2010
Lisans : Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 2014

Mesleki Deneyim

ISUBÜ, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Arş.Gör. 2017-.....(halen)

Yayınlar

- Bıyıklı, M., Koca, S. B., Yiğit, N. Ö., Metin, S., Kara N. & Gürbüz G. (2019). The effects of *Isatis tinctoria* extract on pigmentation and growth of *Pseudotropheus acei* and diseases resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 7, 137–141.
- Bıyıklı M., Bıçakçı E., Telci İ., Türk M., Balabanlı C. & Gürbüz G. (2018). *Characterisation in terms of Morphological and Agronomic Characteristics of Fenugreek Genotypes*. 8th International Conference of Strategic Research on Scientific Studies and Education. May 11-13, Vienna, 95.
- Baydar, H. & Bıyıklı, M. 2019. Boya Bitkileri ve Bitkisel Boyacılık, *Harman Time*, 72, 92-98.