



# DÜFED

ISSN: 2146-4693  
e-ISSN: 2458-9330

**Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**  
Dicle University Journal of the Institute of Natural and Applied Science

**Cilt** [Volume] **10**  
**Sayı** [Issue] **1**  
**Haziran** [June] **2021**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>



# DÜFED

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

*Dicle University Journal of the Institute of Natural and Applied Science*

**Cilt / Volume 10 Sayı / Issue 1 10 Haziran / June 2021**

**ISSN: 2146 - 4693  
e-ISSN: 2458 - 9330**

**<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>**

**Yazışma Adresi**

**Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ceylan Enstitüler Binası  
21280 - DİYARBAKIR**

**Tel: +90 412 241 10 00 Dahili: 8450**

**e-postalar: fbedergi@dicle.edu.tr / dufed@dicle.edu.tr**

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**  
*DİCLE UNIVERSITY JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE*

**Cilt / Volume 10    Sayı / Issue 1    10 Haziran / June 2021**

**ISSN: 2146 - 4693**  
**e-ISSN: 2458 - 9330**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>

**Sahibi / Owner**

**Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ**  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.  
Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü  
nesdalkilic@gmail.com / neslidal@dicle.edu.tr

**Baş Editör / Editor-in-Chief**

**Prof. Dr. Ayhan BEKLEYEN**  
Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü  
ayhan.bekleyen@gmail.com / bekleyen@dicle.edu.tr

**Baş Editör Yardımcıları / Co-Editors-in-Chief**

**Dr. Öğr. Üyesi Mesut HÜSEYİNOĞLU**  
Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü  
mesuth@dicle.edu.tr

**Dr. Hüseyin ACAR**  
Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
hacar@dicle.edu.tr

**Basım Yeri / Printing**  
Dicle Üniversitesi Basımevi, Diyarbakır

**Yayın Kurulu / Editorial Board**

**Prof. Dr. Şengül ÖYMEN GÜR**

Beykent Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye, senguloymen@beykent.edu.tr

**Prof. Dr. Jamal M. KHATIB**

Beyrut Arap Üniversitesi, İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü, Beyrut, Lübnan, j.khatib@bau.edu.lb

**Prof. Dr. Aysu AKALIN**

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, Türkiye, aysuakalin@gazi.edu.tr

**Prof. Dr. Nicoleta GILLICH**

Babeş-Bolyai Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Bölümü, Resita, Romanya, nicoleta.gillich@ubbcluj.ro

**Prof. Dr. Akın BAYSAL**

Dicle Üniversitesi, Kimya Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, akinb@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Yeliz PEKBEY**

Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, yeliz.pekbey@ege.edu.tr

**Doç. Dr. Carlo CIULLA**

Epoka Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Tiran, Arnavutluk, cciulla@epoka.edu.al

**Doç. Dr. Özlem TONÇER**

Dicle Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, toncer@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Muzaffer DENLİ**

Dicle Üniversitesi, Zootečni Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, denlim@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. İsmail Naci CANGÜL**

Uludağ Üniversitesi, Matematik Bölümü, Bursa, Türkiye, cangul@uludag.edu.tr

**Prof. Dr. Zekai ŞEN**

İstanbul Medipol Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, zsen@medipol.edu.tr

**Dr. Mohd Sayuti BIN AB KARIM**

Malaya Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kuala Lumpur, Malezya, mdsayuti@um.edu.my

**Prof. Dr. Leyla Sezen TANSI**

Çukurova Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye, lsezen@cu.edu.tr

**Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK**

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, toprakzf@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. D. Türkan KEJANLI**

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, turkanak@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Kadir TURAN**

Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, kturan@dicle.edu.tr

**Danışma Kurulu / Advisory Board**

**Prof. Dr. Şengül ÖYMEN GÜR**

Beykent Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye, senguloymen@beykent.edu.tr

**Prof. Dr. İsmail Naci CANGÜL**

Uludağ Üniversitesi, Matematik Bölümü, Bursa, Türkiye, cangul@uludag.edu.tr

**Prof. Dr. Zekai ŞEN**

İstanbul Medipol Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, zsen@medipol.edu.tr

**Prof. Dr. Aysu AKALIN**

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, Türkiye, aysuakalin@gazi.edu.tr

**Prof. Dr. Abbas GÜNGÖRDÜ**

İnönü Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Malatya, Türkiye, abbas.gungordu@inonu.edu.tr

**Prof. Dr. Yeliz PEKBEY**

Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, yeliz.pekbey@ege.edu.tr

**Prof. Dr. Naki ÇOLAK**

Hitit Üniversitesi, Kimya Bölümü, Çorum, Türkiye, nakicolak@hitit.edu.tr

**Prof. Dr. Hikmet GEÇKİL**

İnönü Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Malatya, Türkiye, hikmet.geckil@inonu.edu.tr

**Prof. Dr. Ali SABİR**

Selçuk Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye, asabir@selcuk.edu.tr

**Prof. Dr. Leyla Sezen TANSI**

Çukurova Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye, lsezen@cu.edu.tr

**Prof. Dr. Kamil KARUT**

Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye, karuti@cu.edu.tr

**Prof. Dr. Serdar SATAR**

Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye, hserhat@cu.edu.tr

**Prof. Dr. Şengül KARAMAN**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, sengulk@ksu.edu.tr

*Alan Editörleri / Field Editors*

**Prof. Dr. Ahmet ONAY**

Dicle Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, ahmeto@dicle.edu.tr

**Dr. Özlem DEMİRCİ TURGUNBAYER**

Dicle Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, ozdem22@gmail.com

**Doç. Dr. Nurettin PİRİNÇÇİOĞLU**

Dicle Üniversitesi, Fizik Bölümü, npirinc@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Akın BAYSAL**

Dicle Üniversitesi, Kimya Bölümü, akinb@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. Ersin KILINÇ**

Dicle Üniversitesi, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, kilincersin@gmail.com

**Prof. Dr. Bilal ŞEKER**

Dicle Üniversitesi, Matematik Bölümü, bilal.seker@dicle.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi S. Öykü YURTTAŞ**

Dicle Üniversitesi, Matematik Bölümü, oykuyurttas@gmail.com

**Prof. Dr. Veysel TOLAN**

Dicle Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, vtolan@dicle.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Seçil YALAZ**

Dicle Üniversitesi, İstatistik Bölümü, syalaz@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. İbrahim KAYA**

Dicle Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, ikaya@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. Bilal GÜMÜŞ**

Dicle Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, bilgumus@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK**

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, toprakzf@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Fevzi ÖNEN**

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, fonen@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Mustafa AYHAN**

Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, mayhan@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Özgür AKKOYUN**

Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, oakkoyun@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Kadir TURAN**

Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, kturan@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. Atilla Gencer DEVECİOĞLU**

Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, atillad@dicle.edu.tr

**Dr. Mohd Sayuti BIN AB KARIM**

Malaya Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, mdsayuti@um.edu.my

**Prof. Dr. D. Türkan KEJANLI**

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, turkanak@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. C. Tuncay AKIN**

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, ctakin@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Gültekin ÖZDEMİR**

Dicle Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, gozdemir@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Selime ÖLMEZ BAYHAN**

Dicle Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, solmezbayhan@gmail.com

**Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER**

Dicle Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, tbicer@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. Özlem TONÇER**

Dicle Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, toncer@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Abdullah SESSİZ**

Dicle Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, asesiz@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN**

Dicle Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, konuralp.elicin@dicle.edu.tr

**Prof. Dr. Muzaffer DENLİ**

Dicle Üniversitesi, Zootekni Bölümü, denlim@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. Nihat TEKEL**

Dicle Üniversitesi, Zootekni Bölümü, ntekel@dicle.edu.tr

**Mizanpaj Editörü / Page-Setting Editor**

**Arş. Gör. Latife ÖLKER**

**Yayın Sekreterliği / Secretary**

**Arş. Gör. Latife ÖLKER**

**İÇİNDEKİLER / CONTENTS**

**Kimya / Chemistry**

**Metal Ambalaj Üretiminde Kullanılan Ofset Baskı Mürekkep Çeşidi ve Miktarının, Baskı Sonuçlarına Etkisinin İncelenmesi (Araştırma Makalesi)**

*Investigation of the Effects of the Type and Amount of Offset Printing Ink Used in Metal Packaging Production on Printing Results (Research Article)*

**Osman ŞİMŞEKER..... 1**

**Ziraat Mühendisliği / Agricultural Engineering**

**Durum Buğday Çeşit, İleri Hat ve Yerel Popülasyonlarının Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi (Araştırma Makalesi)**

*Evaluation of Quality Traits of Durum Wheat Varieties Lines and Landraces (Research Article)*

**Serdaç TEKDAL, Mehmet YILDIRIM..... 13**

**Ziraat Mühendisliği / Agricultural Engineering**

**Diyarbakır Şartlarında Bazı Kendilenmiş Mısır Hatlarının Değerlendirilmesi (Araştırma Makalesi)**

*Evaluation of Some Inbred Corn Lines in Diyarbakır Conditions (Research Article)*

**Sevda KILINÇ, Şehmus ATAKUL, Şerif KAHRAMAN..... 35**

**Kimya / Chemistry**

**Bazı Geofitlerin İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile Makro ve Mikro Element Analizi (Araştırma Makalesi)**

*Macro and Micro Element Analysis of Some Geophytes by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) (Research Article)*

**Adil UMAZ, Fırat AYDIN, Mehmet FIRAT, Abdulselam ERTAŞ..... 47**

## Elektrik ve Elektronik Mühendisliği / Electrical and Electronics Engineering

### Farklı Nüve Malzemelerinin Transformatörün Verimi Üzerindeki Etkilerinin Analizi (Araştırma Makalesi)

*Analysis of the Effects of Different Core Materials on Transformer Efficiency (Research Article)*

Yıldırım ÖZÜPAK..... 59

## İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering

### Silindire Sıkıştırılmış Betonlarda Su/Çimento Oranının Etkileri (Araştırma Makalesi)

*The Effects of Water/Cement Ratio on Properties of Roller Compacted Concretes (Research Article)*

İsmail KILIÇ, Saadet Gökçe GÖK..... 73

## Ziraat Mühendisliği / Agricultural Engineering

### Yem Bezelyesi Tarımı ve GAP Pembesi Yem Bezelyesi Çeşidinin Önemli Tarımsal Özellikleri (Derleme Makalesi)

*Cultivation of Forage Pea and Important Agricultural Traits of GAP Pembesi Forage Pea Cultivar (Review Article)*

Mehmet Salih SAYAR..... 85

## Biyoloji / Biology

### Organotipik Beyin Kesitleri Kullanımının Nörobiyolojik Çalışmalardaki Yeri (Derleme Makalesi)

*Use of Organotypic Brain Slices in Neurobiological Studies (Review Article)*

Elif MUTLU, Hasan H. S. ABUIYADA..... 95





*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Metal Ambalaj Üretiminde Kullanılan Ofset Baskı Mürekkep Çeşidi ve Miktarının, Baskı Sonuçlarına Etkilerinin İncelenmesi

*Investigation of the Effects of the Type and Amount of Offset Printing Ink Used in Metal Packaging Production on Printing Results*

Osman ŞİMŞEKER

Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Matbaa Eğitimi Bölümü, 34722, İstanbul, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale Tarihi

*Alınış, 21 Aralık 2020*

*Revize, 09 Ocak 2021*

*Kabul, 12 Ocak 2021*

*Online Yayınlama, 01 Nisan 2021*

#### Anahtar Kelimeler

*Metal ofset, Emaye kaplama, Konvansiyonel mürekkep, UV mürekkep ve kurutucu, Baskı parlaklığı.*

### ARTICLE INFO

#### Article History

*Received, 21 December 2020*

*Revised, 09 January 2021*

*Accepted, 12 January 2021*

*Available Online, 01 April 2021*

#### Keywords

*Metal offset printing, Enamel coating, Conventional ink, UV ink and dryer, Printing gloss.*

### ÖZ

Metal Ofset Baskı Sistemi, metal ambalaj üretiminde kullanılan baskı sistemleri arasında en önemlilerinden biridir. Bu sistemde baskısı yapılacak olan görüntü, önce ofset baskı kalıbına aktarılır. Sistem çalışmaya başladığında kalıp üzerindeki basılacak yerlerdeki mürekkep ve basılmayacak yerlerdeki nemlendirme suyu belli bir basınçla önce blankete sonra yine belli bir basınçla, blanket ile baskı silindiri arasından geçmekte olan, metal baskıaltı malzemesine aktarılır. Yapılan bu çalışma ile metal ofset baskıda kullanılan Mineral Yağ Bazlı Konvansiyonel mürekkep ve UV mürekkep ile 0,2g ve 0,3g ağırlıklarından test baskılar yapılarak, mürekkep değişiminin ve miktar değişiminin baskı sonuçlarına etkileri incelenmiştir. Bunun için metalin Emayesiz ve Emaye kaplanmış yüzeyleri üzerine Konvansiyonel ve UV mürekkep ile aynı ortam ve malzeme özellikleriyle IGT Test Baskı cihazında test baskıları gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm için yapılan 4 test baskısının görsel olarak düzgün kabul edilen 3 adedinin üzerinden yapılan ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Yapılan baskıların mürekkep yoğunluk, baskı parlaklık (print gloss) ve Chroma değerleri ölçülerek kıyaslama yapılmıştır. İnceleme sonrasında emaye kaplamanın yeterli karşıtlık sağladığı, mürekkep yoğunluk ve Chroma değerleri üzerinde değişiklik gösterdiği ve baskı parlaklık (gloss) değerinde etkin bir artış sağladığı, aynı zamanda mürekkep çeşidi ve miktarının baskı densitesi ve baskı parlaklığını etkilediği gözlenmiştir.

### ABSTRACT

Metal Offset Printing System is one of the important printing systems produced in metal packaging production. The image to be printed in this system is first transferred to the offset printing plate. When the system starts up, the ink in the places to be printed on the plate and the dampening water in the places that will not be printed are first transferred to the blanket with a certain pressure and then to the metal substrate passing between the blanket and the printing cylinder with a certain pressure. In this study, test prints of 0.2g and 0.3g weights were made with Mineral Oil Based

Conventional ink and UV ink used in metal offset printing and the effects of ink change and quantity change on printing results were investigated. For this purpose, test prints were carried out on the Unenamelled and Enamelled surfaces of the metal in the IGT Test Printing device with the same environment and material properties as Conventional and UV ink. The average of the measurements made over 3 of the 4 test prints made for the measurement were taken visually properly. Comparison was made by measuring the density of the prints, printing brightness (printing brightness) and Chroma. After the examination, it was observed that the enamel coating had sufficient contrast writing, ink density and Chroma values and an effective increase in print gloss value, as well as the type and quantity of ink, affect the print density and print gloss.

## 1. GİRİŞ

Ambalaj; kaplayıp bünyesinde bulundurduğu ürün veya malzemeyi koruyan, en uygun, en sağlıklı ve en güvenli bir şekilde bir sonraki kullanıcıya ulaşmasını sağlayan, sağlam ve emniyetli bir şekilde gerekli yere ulaştırılmasını ve saklanmasını sağlayan önemli bir koruma aracıdır. Bir ambalajın ana görevi ve özellikleri; ürün ve firma ile ilgili bilgileri içermek, kendisini ve içindeki ürün/malzemeyi korumak, Sardığı ürünü sağlam ve güvenli bir şekilde taşımak, kullanıcıya bilgi vermek ve satmak olarak özetlenebilir [1]. Günümüzde teknolojik ve çağdaş satış ve sunum çalışmalarında ambalajın estetik üretim çalışmaları, kullanıcının dikkatini çekmekte ve satın alma sırasında tüketicinin kararını olumlu etkilemektedir. Bu yüzden ambalaj sadece ürünün saklanması ve düzgün depolanmasının yanında, pazarlama ve satışında da oldukça önemli bir faktördür [2]. Ambalaj çeşitlerinden biri olan Metal Ambalaj üretimi de yumuşak paslanmaz çelik veya alüminyum malzeme üzerine farklı baskı sistemleri ile baskılar yapılarak gerçekleştirilir. Metal ofset baskı sistemi de metal ambalaj konusunda en çok kullanılan baskı sistemidir. Bu baskı sisteminde metal malzeme üzerine istenilen şekilde baskı yapılabilmesi için ilkönce emaye kaplaması uygulanıp, sonrasında üzerine farklı kimyasal özelliklerde farklı mürekkeplerle baskılar gerçekleştirilir. Bu çalışmanın amacı da; metal ambalaj malzemenin yüzeyine kaplanan emaye maddesinin, esas olarak da kullanılan mürekkep çeşidi ile mürekkep miktarının değişiminin baskı sonuçlarını nasıl etkilediğinin uygulamalı olarak incelenmesidir. Çalışmada iki değişik (Mineral Yağ Bazlı Konvansiyonel mürekkep ve UV metal ofset baskı mürekkebi) mürekkep ve aynı zamanda farklı miktarlarda (0,2 g ve 0,3 g) mürekkep ile eşit ortam şartlarında baskılar gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ölçülerek değerlendirilmiştir.

## **2. AMBALAJ ÇEŞİTLERİ**

### **2.1 Kullanım Yerlerine Göre Ambalaj Çeşitleri**

#### **2.1.1 Birinci Ambalaj (Satış Ambalajı)**

Kullanıcıya satılırken ürünü içerisinde barındıran yani ürünle birebir temas eden malzemedir. Ambalajlanacak ürünün kaplandığı ve ürün ile ambalajın aracısız bir şekilde bir arada olduğu ambalaj çeşididir. Günlük hayattan örnek verecek olursak, tek bir sakızın hemen üzerine kaplanan plastik filminden üretilmiş ilk ambalajdır.

#### **2.1.2 İkinci Ambalaj (Grup Ambalajı)**

Satış ve pazarlama sırasında uygun nakliye ve ulaştırma uygulamaları için, tüketiciye gidene kadar tüm birimlerde bulunacağı ortamları düzenlemek için kullanılan malzemedir. Bu uygulama, kullanıcıya iletmek üzere ürünleri farklı malzeme ve uygulamalarla çoklu şekilde bir araya getirmek şeklinde yapılabilir (örneğin, oluklu mukavva kutu, shrink film vb).

#### **2.1.3 Üçüncü Ambalaj (Nakliye Ambalajı)**

Taşıma ve ulaştırma sırasında oluşabilecek zararları engellemek için, satış ya da ikinci ambalajların taşıma ve ulaştırmasını problemsiz bir şekilde gerçekleştirmek için kullanılır (örneğin, palet üzerinde streç filmle yeniden ambalajlanmış birim) [3].

### **2.2 Üretildiği Hammaddeye Göre Ambalaj Çeşitleri**

Üretildiği hammaddeye göre ambalajlar; sert metal, sert plastik, kâğıt ve karton, esnek (fleksible), cam, tahta ve dokuma gibi çeşitlere sahiptir [4].

## **3. SERT METAL AMBALAJ VE METAL OFSET BASKI SİSTEMİ**

Metal ambalaj üretiminde kullanılan, Metal Ofset Baskı Sistemi'nin çalışma aşamaları, günümüzde kullanılan Geleneksel Nemlendirmeli Ofset Baskı Sistemi'ne çok benzer. Kullanılan baskıaltı malzemesini metal (paslanmaz çelik veya alüminyum) olmasından dolayı, bu malzemenin makine üzerinde rahat işlenebilmesi için gerekli işlem ve düzenekler, bu yöntemde adapte edilmişlerdir. Üzerine baskı yapılacak metal malzemenin bulunduğu gruptan alınıp makineye gönderilmesi ve makine üzerinde hareket edebilmesi için; kuvvetli emici ve iticiler kullanılmaktadır. Register ayarı için kullanılan pozaların her ikisi çalıştırılmak zorundadır. Pozaların her ikisi çalıştırılırken, karşı poza esnek

malzemeden üretildiği için sıkıştırma esnasında ayarsızlık meydana gelmemektedir. Baskısı gerçekleştirilen metal malzemeler, Geleneksel Ofset Baskı Makinelerindeki gibi asansöre değil, konveyör üzerindeki hareketli şeritler yardımıyla kurutma fırınına transfer edilir. Metal Ofset Baskı Makinesi ile kurutma fırını arasında ise; silver lak ve gold lak gibi yüzey uygulamalarının gerçekleştirildiği “Lak Uygulama Ünitesi” bulunmaktadır.

Kurutma fırınında 180 °C ile 200 °C arasındaki sıcaklıklarda kurutma işlemi gerçekleştirilir. Kurutma fırınının içerisinde metal malzemenin problemsiz bir şekilde hareket edebilmesi için metal tutucu makaslar bulunmaktadır. Metal malzeme bu makaslar tarafından tutularak fırın içerisinde hareket ederler. Böylece kurutma işlemi ısı yardımıyla gerçekleştirilmiş olur. Kurutma fırınları içerisinde ısı; fuel-oil, doğal gaz veya elektrik enerjisi ile sağlanır. Metal ofset baskıda kullanılan metal baskı altı malzemesinin parlak yüzeyli ve emici olmaması, ayrıca yüzeyinin sert olmasından dolayı, bu baskı sisteminin kendine özgü zorlukları vardır. Bu baskı sistemi ile tire tek renkli, tire çok renkli, zemin baskılar ile CMYK şeklinde çok renkli baskılar gerçekleştirilebilmektedir. Standart bir Metal Ofset Baskı Makinesi’nde; baskı işlemlerinin yapıldığı “Baskı Ünitesi”, baskı altı ve baskı sonrası işlemlerinin yapıldığı “Lak Uygulama Ünitesi” ve sonrasında kurutma işlemlerinin gerçekleştirildiği, uzunluğu 35-40m civarında olan “Kurutma Ünitesi” bulunmaktadır [5].



Şekil 1. Metal Ofset Baskı Makinesi [6].

#### 4. EMAYE KAPLAMA

Metal ambalajların yüzeyinde kullanılan “Emaye Kaplama”, üzerine baskı yapılmasını sağlayan ve bünyesinde titan barındıran astar malzemeleridir. Farklı renklerde veya genel olarak beyaz renkte malzemenin zeminine merdaneler yardımıyla kaplanabilir ya da bir baskı ünitesinde zemin baskısı olarak uygulanabilir. Emaye kaplamasının görevi; metal malzeme yüzeyinin korunması, malzeme

yüzeyinde düzgün ve sabit bir zemin oluşturması, mürekkebin yüzeye iyi bir şekilde tutunabilmesi ve malzemenin estetik görünmesini sağlayabilmesidir. Emaye genel olarak metal ambalaj baskı altı malzemesinin yüzeyine kaplanan astardır. Metal ofset baskı makineleri üzerindeki lak uygulama ünitelerinde uygulanır ve sonrasında 35-40 m'lik kurutma fırınlarında 180 °C ile 200 °C'lik ısılarda 15 dakika kadar kurutularak yüzeye tutunması sağlanır. Emaye malzemesinin diğer kullanım amaçları; hijyenik açıdan güvenli olması, fiziksel hasarlara karşı dayanıklı ve esnek olması, aynı zamanda yüksek opaklık, matlık ve parlaklık sağlayabilmesidir [7,8].

## 5. MATERYAL VE METOT

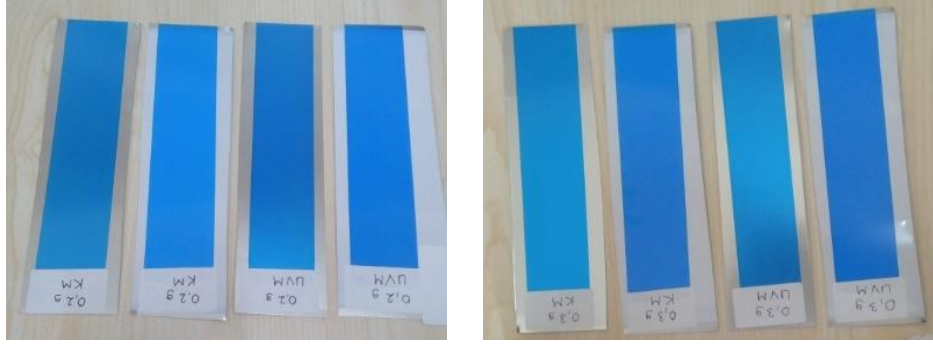
### Test Uygulamaları ve Grafikler

IGT C1 Ofset Test Baskı makinesi ile; sabit olarak 500Newton baskı forsası ile eşit baskı şartlarında 0,2 g ve 0,3 g Konvansiyonel metal ofset baskı mürekkebi ve UV ofset baskı mürekkebi ile emaye kaplanmamış ve emaye kaplanmış metal baskıaltı malzemeleri üzerine 4 adet test baskısı yapılmıştır. Yapılan baskılar daha sonra Aktiprint Mini 12-1 UV Kurutucu makine içerisinde 20 devir/dakika hızında kurutulmuştur. Yapılan 4 test baskısının (0,2 g KM 4 test baskısı, 0,2 g UVM 4 test baskısı, 0,3 g KM 4 test baskısı, 0,3 g UVM 4 test baskısı.) her grupta görsel olarak problemsiz gözükten üç tanesi üzerinde ölçümler yapılmıştır. Sonrasında yapılan 3 ölçümün ortalaması alınmış ve değerlendirmeler bu ortalamalar üzerinden yapılmıştır.

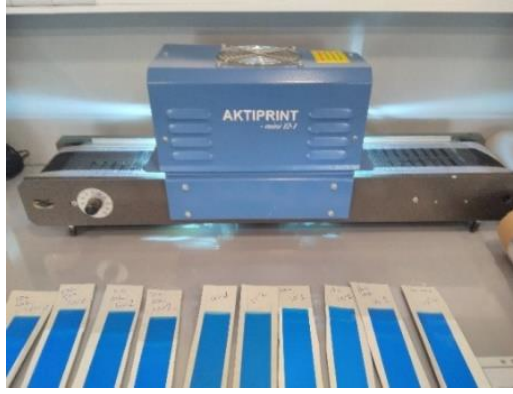
Daha sonra Konvansiyonel mürekkep (KM) ve UV mürekkep (UVM) ile yapılan test baskıları üzerinde Chroma verileri, Mürekkep yoğunluğu ve Baskı Parlaklık değerleri; x-rite Spektrofotometre ve BYK Parlaklık (Gloss) Ölçüm Cihazı ile tespit edilmiştir.



**Şekil 2.** IGT C1 Test Baskı Makinesi Üzerinde Test Baskılarının Yapılması.



Şekil 3. 0,2 g ve 0,3 g KM ve UVM Baskı Görüntüleri.



Şekil 4. UV Mürekkep Kurutucu Makine.

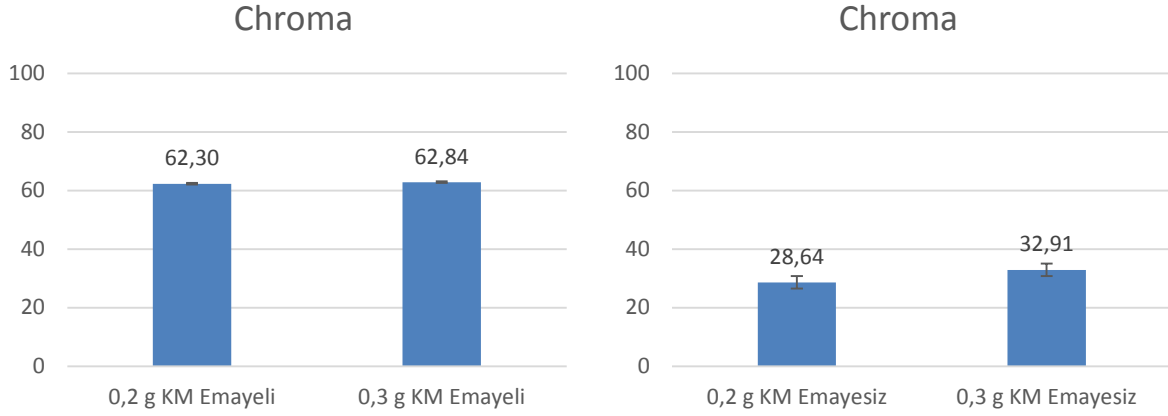
**Kullanılan Makineler:**

IGT C1 Ofset Test Baskı Makinesi,  
WEIGHTLAB WL-603 Hassas Terazi (600 g/ 0,0001 g)  
x-rite Spektrofotometre  
BYK Glossmetre (Parlaklık Ölçer)  
Aktiprint Mini 12-1 UV Kurutucu

**CIE L, a, b Ölçüm Şartları:**

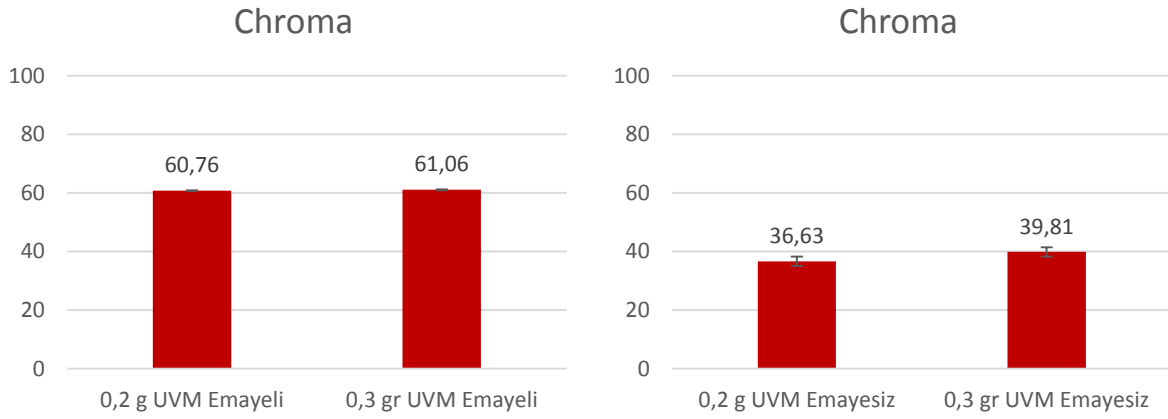
Filtre: Pol  
Kâğıt Referansı: Kâğıt Beyazı  
Densite Standardı: DIN  
Ortam Isısı: 20 – 22 °C  
Ortam Nemi: %55  
Gözlem Açısı: 2°

## 6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER



Şekil 5. Emayeli-Emayesiz Yüzeyde 0,2g ve 0,3g KM'nin Chroma Değerleri.

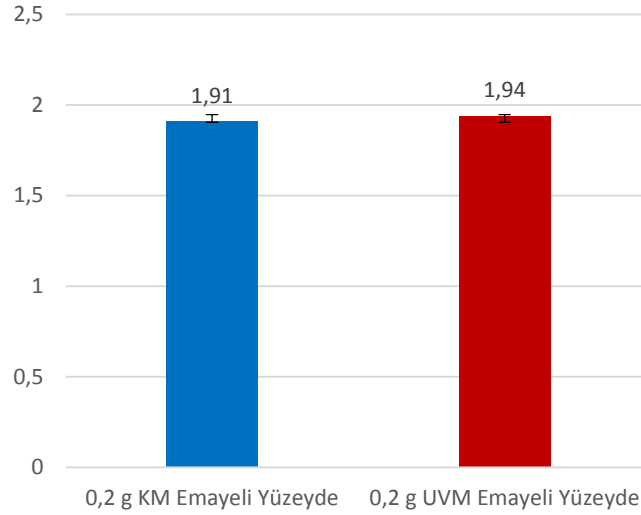
Şekil 5'de; Emayeli ve emayesiz yüzeylere 0,2 g ve 0,3 g konvansiyonel mürekkeple yapılan baskılarda, baskı yüzeyinin kaplamalı olmasından dolayı Chroma değerlerinin farklı çıktığı görülmüştür. Bu nedenle emaye kaplamasının renksel değerleri değiştirdiği söylenebilir. 0,2 g ve 0,3 g konvansiyonel mürekkepler karşılaştırıldığında, mürekkep miktarının renksel değerleri fazla değiştirmedeği ve ölçümlerin birbirine yakın çıktığı görülmektedir. Mürekkep miktarının değişiminde, renksel değerlerin düzgün yüzeyli baskıaltı malzemelerinde fazla değişmediği bilimsel olarak kanıtlanmıştır [9].



Şekil 6. Emayeli-Emayesiz Yüzeyde UVM'nin Chroma Değerleri.

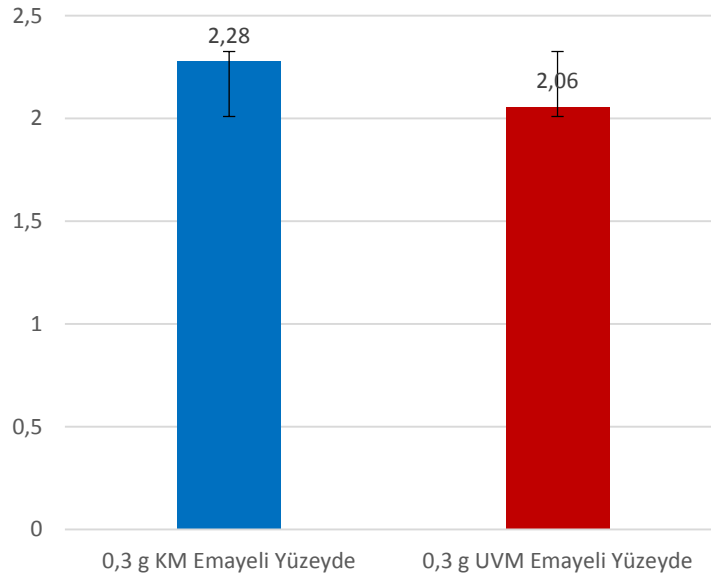
Şekil 6'da; her iki yüzeye 0,2 g ve 0,3 g UV mürekkeple yapılan baskılarda, Chroma değerlerinin farklı çıktığı görülmüştür. Bu nedenle emaye kaplamasının renksel değerleri değiştirdiği söylenebilir. Aynı zamanda mürekkep miktarının renksel değerleri fazla değiştirmedeği ve ölçümlerin birbirine yakın çıktığı görülmektedir. Mürekkep miktarının değişiminde, renksel değerlerin düzgün yüzeyli baskıaltı malzemelerinde fazla değişmediği bilimsel olarak kanıtlanmıştır [9].





**Şekil 7.** Emayeli Yüzeyde 0,2 g KM ve UVM'nin Baskı Densite Değerleri.

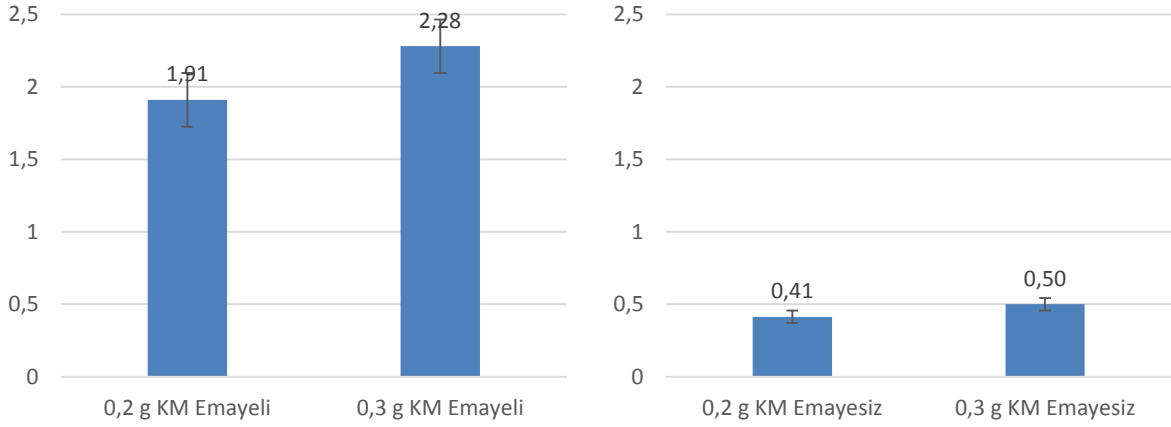
Şekil 7'de; Emayeli yüzeye 0,2 g olarak KM ve UVM ile yapılan baskılar incelendiğinde, KM densitesinin UVM densitesinden düşük olduğu görülmüştür.



**Şekil 8.** Emayeli Yüzeyde 0,3 g KM ve UVM'nin Baskı Densite Değerleri.

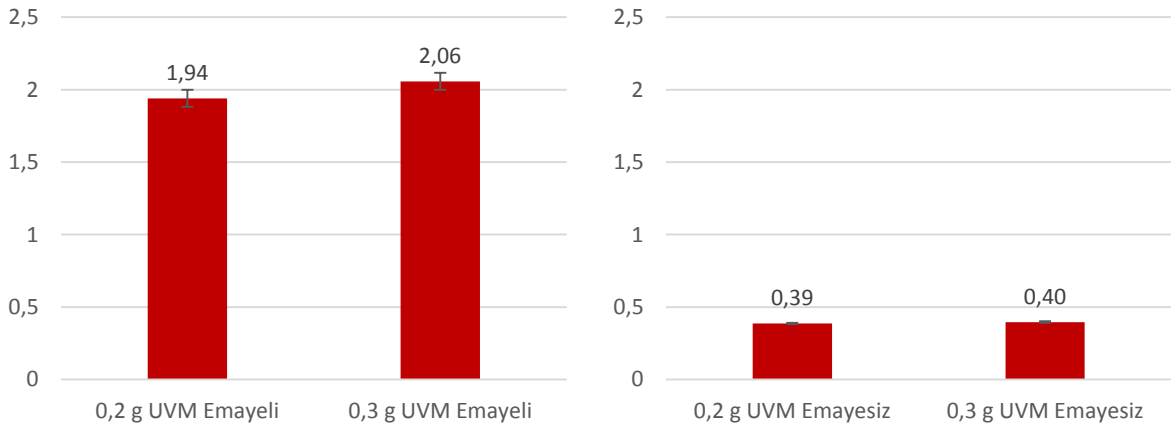
Şekil 8'de; Emayeli yüzeye 0,3 g olarak Konvansiyonel ve UV mürekkeple yapılan baskılar incelendiğinde, Konvansiyonel mürekkep densitesinin UV mürekkep densitesinden farklı olduğu ölçülmüş ve UVM densitesinin KM densitesinden düşük olduğu görülmüştür.





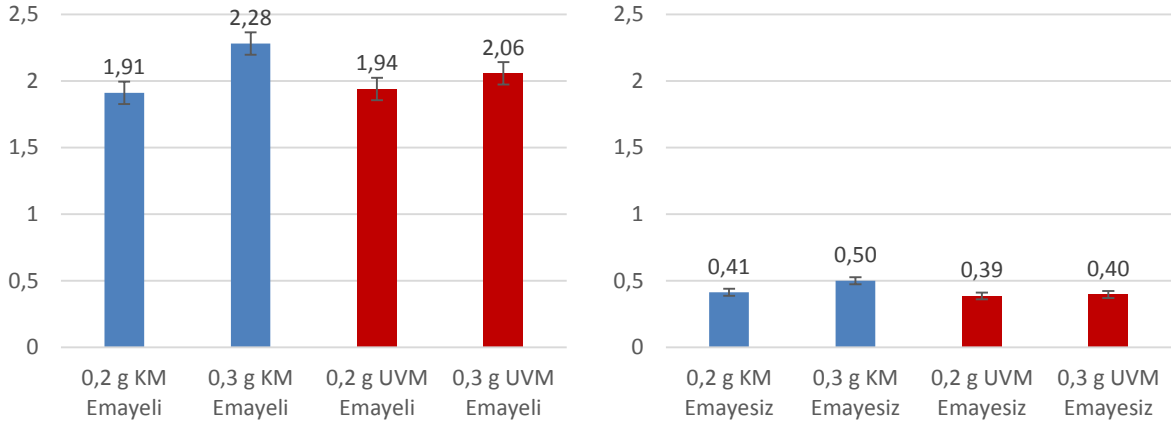
**Şekil 9.** Emayeli-Emayersiz Yüzeyde 0,2 g ve 0,3 g KM'nin Baskı Densite Değerleri.

Şekil 9'da; Her iki yüzeye 0,2 g ve 0,3 g olarak KM ile yapılan baskılar incelendiğinde, 0,2 g mürekkep densitesinin 0,3 g mürekkep densitesinden düşük olduğu görülmüştür. Bu durumda KM baskısında, mürekkep miktarı arttığında densite değerinin de arttığı söylenebilir. Aynı durum emayersiz yüzeydeki baskı sonuçlarında da aynıdır.



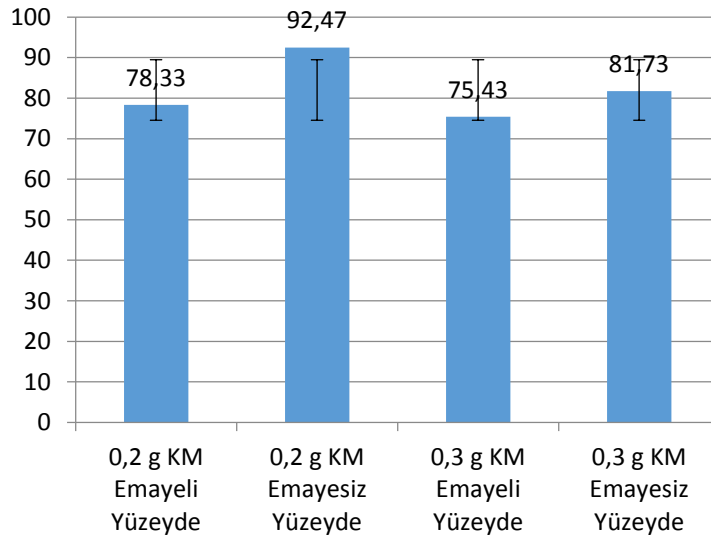
**Şekil 10.** Emayeli-Emayersiz Yüzeyde; 0,2 g ve 0,3 g UVM'nin Baskı Densite Değerleri.

Şekil 10'da; Her iki yüzeye 0,2 g ve 0,3 g olarak UVM ile yapılan baskılar incelendiğinde; 0,2 g mürekkep densitesinin 0,3 g mürekkep densitesinden düşük olduğu, bu durumda UVM baskısında, mürekkep miktarı arttığında densite değerinin de bir miktar arttığı ancak bu artışın KM'deki artış kadar olmadığı, çok az olduğu söylenebilir. Aynı durum emayersiz yüzeydeki baskı sonuçlarında da aynıdır.



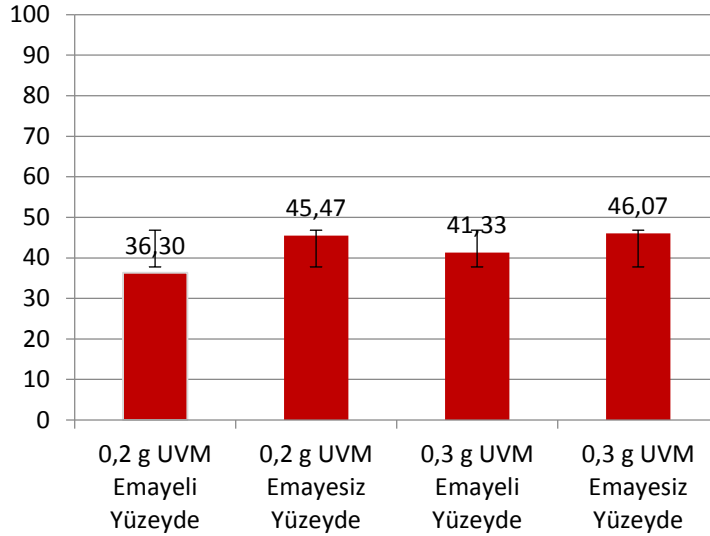
Şekil 11. Emayeli-Emayesiz Yüzeyde; 0,2 g ve 0,3 g KM ve UVM'nin Baskı Densite Değerleri.

Şekil 11'de; Her iki yüzeye 0,2 g ve 0,3 g olarak KM ve UVM mürekkeple yapılan baskılar incelendiğinde, 0,2 g mürekkep densitesinin 0,3 g mürekkep densitesinden düşük olduğu görülmüştür. Bu durumda her iki yüzeye yapılan KM ve UVM baskısında, mürekkep miktarı arttığında densite değerinin de bir miktar arttığı ancak UVM'deki artışın KM'deki artış kadar olmadığı söylenebilir. Aynı durum emayesiz yüzeydeki baskı sonuçlarında da aynıdır.



Şekil 12. İki Yüzeyde 0,2 g ve 0,3 g KM Print Gloss Değerleri.

Şekil 12'de; Her iki yüzeye 0,2 g ve 0,3 g olarak KM mürekkeple yapılan baskılar incelendiğinde, 0,2 g mürekkep parlaklığının her iki yüzeyde 0,3 g mürekkep parlaklığından yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca her iki yüzeye yapılan KM baskısında, mürekkep miktarı arttığında parlaklık değerinin bir miktar düştüğü söylenebilir. Aynı durum emayesiz yüzeydeki baskı sonuçlarında da aynıdır.



Şekil 13. İki Yüzeyde 0,2 g ve 0,3 g UVM Print Gloss Değerleri.

Şekil 13'de; Her iki yüzeye 0,2 g ve 0,3 g olarak UVM mürekkeple yapılan baskılar incelendiğinde, 0,2 g mürekkep parlaklığının her iki yüzeyde 0,3 g mürekkep parlaklığından düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca her iki yüzeye yapılan UVM baskısında, mürekkep miktarı arttığında parlaklık değerinin bir miktar arttığı söylenebilir. Aynı durum emayesiz yüzeydeki baskı sonuçlarında da aynıdır.

## 7. SONUÇLAR

1. Metal yüzey üzerine uygulanmış olan emaye tabakası nedeniyle her iki mürekkebin renksel değerleri (Chroma değerleri) değişmektedir (Şekil 5, 6).
2. Metal yüzey üzerine uygulanan emaye kaplama nedeniyle her iki mürekkebin densitesi artmaktadır (Şekil 7, 8, 9, 10, 11).
3. Yapılan ölçümlerde metal yüzey üzerine uygulanan emaye kaplama nedeniyle baskı parlaklık değeri değişmektedir. Emaye kaplamalı yüzeyin baskı parlaklık değeri, Emaye kaplanmamış metal üzerinde yapılan baskı parlaklık ölçümünden (emaye kaplanmamış metal yüzeyinin metalik parlaklığından dolayı) düşük çıkmaktadır (Şekil 12, 13).
4. Emayeli yüzeyde; KM miktarının değişiminin, renksel değerleri fazla değiştirmedığı ve ölçümlerin birbirine yakın çıktığı görülmektedir (Şekil 5).
5. Emayeli yüzeyde; UVM miktarının değişiminin renksel değerleri fazla değiştirmedığı ve ölçümlerin birbirine yakın çıktığı görülmektedir (Şekil 6).
6. Emayeli yüzeye 0,2 g olarak KM ve UVM yapılan baskılar incelendiğinde, KM densitesinin UVM densitesinden farklı olduğu ölçülmüş ve KM densitesinin UVM densitesinden düşük olduğu görülmüştür (Şekil 7).

7. Emayeli yüzeye 0,3 g olarak KM ve UVM ile yapılan baskılar incelendiğinde, KM densitesinin UVM densitesinden farklı olduğu ölçülmüş ve UVM densitesinin KM densitesinden düşük olduğu görülmüştür. Bu durumdan da; mürekkep miktarı değiştiğinde mürekkeplerin densite değerinin farklı şekilde etkilendiği söylenebilir. Yani mürekkep miktarı arttığında KM'in densite değeri artarken, UVM densitesindeki artışın çok az olduğu görülmektedir (Şekil 8).
8. Emayeli ve emayesiz yüzeye 0,2 g ve 0,3 g olarak KM mürekkeple yapılan baskıların Print Gloss 60 değerleri incelendiğinde; her iki yüzeye yapılan KM baskısında, mürekkep miktarı arttığında baskı parlaklık değerinin bir miktar düştüğü söylenebilir. Aynı durum emayesiz yüzeydeki baskı sonuçlarında da aynıdır (Şekil 12).
9. Emayeli ve emayesiz yüzeye 0,2g ve 0,3g olarak UVM mürekkeple yapılan baskıların Print Gloss 60 değerleri incelendiğinde; her iki yüzeye yapılan UVM baskısında, mürekkep miktarı arttığında baskı parlaklık değerinin bir miktar arttığı söylenebilir. Aynı durum emayesiz yüzeydeki baskı sonuçlarında da aynıdır (Şekil 13).

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] O. Şimşeker, “Grafik Üretim Teknikleri 2” Lisans Ders Notu, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Bölümü, İstanbul, 2018.
- [2] O. Şimşeker, “Metal Ofset Baskıda Emaye Kaplamasının, Baskı Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi” 3. Uluslararası Basım Teknolojileri Sempozyumu, MÜ, İstanbul, 189-194, (2019).
- [3] *Ambalaj*, Erişim Tarihi: 17. 07. 2019. [Online]. <https://ambalaj.org.tr/tr/ambalaj-ve-cevre-ambalaj-nedir.html>.
- [4] O. Şimşeker, “Esnek Ambalaj ve Etiket Üretimi” Lisans Ders Notu, Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Matbaa Eğitimi Bölümü, İstanbul, 2011.
- [5] *Megep*, Erişim Tarihi: 17. 07. 2019. [Online]. [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/).
- [6] *En.fujikikaikogyo*, Erişim Tarihi: 28. 12. 2020. [Online]. <https://en.fujikikaikogyo.com/products/gravure/detail?id=372>
- [7] O. Şimşeker, “Temel Matbaa Eğitimi” Lisans Ders Notu, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Matbaa Eğitimi Bölümü, İstanbul, 2006.
- [8] *Toyoink*, Erişim Tarihi: 17.07.2019. [Online]. <https://toyoink.com.tr/images/urunpdf/metal.pdf>.
- [9] A. Özcan, “Kağıt Yüzey Pürüzlülüğünün L\*, a\*, b\* Değerleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi” İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Sayı 14, s. 53-61, Aralık 2008.



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Durum Buğday Çeşit, İleri Hat ve Yerel Popülasyonlarının Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

### *Evaluation of Quality Traits of Durum Wheat Varieties Lines and Landraces*

Sertaç TEKDAL <sup>1,\*</sup> , Mehmet YILDIRIM <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> GAP, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, 21280 Diyarbakır

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21280 Diyarbakır

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

*Alınış, 25 Ağustos 2020*

*Revize, 18 Aralık 2020*

*Kabul, 15 Ocak 2021*

*Online Yayınlama, 01 Nisan 2021*

##### Anahtar Kelimeler

*Durum buğday, Yerel popülasyon, Kalite, Biplot*

#### ARTICLE INFO

##### Article History

*Received, 25 August 2020*

*Revised, 18 December 2020*

*Accepted, 15 January 2021*

*Available Online, 01 April 2021*

##### Keywords

*Durum wheat, Landrace, Quality, Biplot*

#### ÖZ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi durum buğdayın gen merkezi olup, sanayi sektörü açısından en kaliteli buğday bu bölgede yetiştirilmektedir. Bölgeye uzun yıllar adapte olmuş yerel popülasyonlar son dönemlerde çokça gündeme gelmekte ve doğal ürünler açısından ön plana çıkmaktadır. Bu popülasyonların ıslah programlarında kullanılma potansiyeli yüksek olup önemli genetik kaynaklardır. Tesadüf blokları deneme desenine göre 2 tekerrürlü olmak üzere 2011–2012 yetiştirme sezonunda Diyarbakır ve Kızıltepe lokasyonlarında yürütülen bu çalışmada bazı durum buğday çeşit, hat ve yerel popülasyonlarının kalite parametreleri incelenmiştir. Araştırmada 50 tescilli çeşit, 25 yerel popülasyon ve 75 ileri kademe hat olmak üzere toplam 150 genotip materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada kalite özelliklerinden hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, protein içeriği, camsılık oranı, mSDS değeri ve irmik rengi incelenmiştir. Araştırmada çeşitler hiçbir bir özellik açısından öne çıkmazken, ileri hatlar hektolitre ağırlığı, irmik rengi ve mSDS değerleri açısından öne çıkmıştır. Yerel popülasyonların ise çeşit ve hatlara göre hektolitre ağırlığı, irmik rengi ve mSDS açısından daha düşük, ancak protein ve camsılık oranı ile bin tane ağırlığı açısından daha üstün değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, durum buğday yerel popülasyonlarının kalite açısından önemli genetik kaynaklar olduğu ve ıslah programlarında kullanım açısından önemli potansiyele sahip oldukları anlaşılmıştır.

#### ABSTRACT

Southeastern Anatolia Region is the gene center of durum wheat and the best quality wheat is grown in this region in terms of industrial sector. Landraces that have been adapting to the region for many years have gained importance in terms of natural products in recent times. These genotypes are also used in breeding programs and are important genetic resources. The quality parameters of some durum wheat varieties, lines and local populations were examined in this study conducted in Diyarbakır and

*\*Sorumlu Yazar*

*E-posta Adresleri:* [sertac79@hotmail.com](mailto:sertac79@hotmail.com) (Sertaç TEKDAL), [mehmety@dicle.edu.tr](mailto:mehmety@dicle.edu.tr) (Mehmet YILDIRIM)

Kızıltepe locations, with 2 replications according to randomized blocks trial design in the 2011-2012 growing season. In the study, 50 varieties, 25 landraces and 75 lines (total 150 genotypes) were used as materials. In the study, test weight, thousand kernel weight, protein content, vitreousness ratio, mSDS value and semolina color were investigated. While the varieties did not show any superiority for properties, the lines had superiority in terms of test weight, semolina color and mSDS values. Landraces were found to be lower in terms of test weight, semolina color and mSDS than varieties and lines, but higher in terms of protein content, vitreousness ratio and thousand kernel weight. As a result, it is understood that durum wheat landraces are important genetic resources in terms of quality and have significant potential for use in breeding programs.

## 1. GİRİŞ

Durum buğday, özellikle makarna ve bulgur başta olmak üzere dünya gıda sanayii açısından önemli bir hammaddedir. Özellikle Türkiye ve Ortadoğu ülkeleri üretim ve tüketim yönünden daha büyük önem arz etmektedir. Geçmişte yapılmış olan ıslah çalışmalarında verim ön planda iken, son dönemlerde verimle birlikte kalite konusu da büyük önem kazanmıştır. Sağlıklı ve güvenilir gıda konusu tüm insanlığın dikkatini çekerken, modern ıslah sürecine girmemiş ata tohumlarına bir özlem ve yönelim göze çarpmaktadır. Bu anlamda ata tohumları olarak bilinen yerel popülasyonlar gittikçe önemsenmekte, kimi etkinlikler kapsamında tanıtımları ve yeniden üretimleri son zamanlarda daha çok vurgulanmaktadır.

Türkiye'nin değişik bölgelerinde yetiştirilen yerel buğday popülasyonları yüksek adaptasyon kabiliyetleri ve iyi kalite özellikleri açısından bilinmektedir. Uzun yıllar boyunca yapılan seleksiyonların belli yönde olması buğdayda genetik varyasyonu daraltmıştır. Bugün daralan bu genetik varyasyonu genişletmek suretiyle istenen özelliklere sahip çeşitleri geliştirmenin en kolay ve etkili yollarından biri yerel popülasyonların kullanılmasıdır [1]. Zira yerel popülasyonlar ve yabani genotiplerde yeni genlerin tespit edilmesi ve melezlemelerle modern buğday genotiplerine aktarılması yaşanan genetik tabandaki daralmayı azaltabilecek uygulamalardan biridir [2].

Çeşitliliğin ve verimin artırılmasına yönelik yapılacak ıslah çalışmalarında, genetik varyasyon bakımından zengin olan yerel popülasyonlardan faydalanmak gerekmektedir [3, 4]. Ancak buğdayın anavatanı olarak kabul edilen Güneydoğu Anadolu Bölgesinde binlerce yıldır üretilen yerel buğday popülasyonlarının her geçen gün sayıları ve ekim alanları azaldığından dolayı daha fazla önemsenerek ıslah programlarında kullanılmalıdır.

Ülkemizin farklı bölgelerinde yetiştirilen yerel buğdaylar kalite özellikleri bakımından da oldukça iyi özellikler taşımaktadır. Ancak istenilen yönde faydalanabilmek ve ıslah çalışmalarına

materyal sağlamak için bu kaynakların öncelikle genetik yapılarının en iyi şekilde belirlenmesi gerekmektedir [4].

Günümüz sanayisinin beklentisi özellikle yüksek sarı renk değeri, tane ağırlığı, camsılık ve protein oranı olarak göze çarpmaktadır. Bu nedenle durum buğday üretiminde yaşanabilecek problemleri bertaraf etmek amacıyla yüksek verimle birlikte kalite özelliklerine de ağırlık verilmesi gerekmektedir [5, 6]. Kaliteli çeşitleri geliştirmek için oluşturulacak ıslah programının amacının da taleplere (üretici, makarna sanayi, tohum firmaları, öğütme sanayi ve tüketiciyi) dayalı olması gerekmektedir [7].

Bu çalışmada görsel biplot grafikleri de kullanılmak suretiyle durum buğday çeşit, hat ve yerel popülasyonlarının bazı kalite özellikleri karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Deneme Yeri ve Deneme Materyali

Çalışma, 2011–2012 yetiştirme sezonunda GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi deneme alanında yağışa dayalı ve Mardin ili Kızıltepe ilçesi Çağıl Köyü çiftçi tarlasında takviye sulamalı olarak yürütülmüş olup, materyal olarak 25 adet tescilli çeşit, 25 adet yerel popülasyon ve 50 adet ileri kademedede hat olmak üzere toplam 150 genotip kullanılmıştır. Genotip bilgileri Tablo 1 ve 2’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmada kullanılan tescilli çeşitler ve yerel popülasyonların isimleri tescil sahibi veya orijinleri

Tescilli Çeşitler	Tescil Ettiren Kuruluş	Yerel Popülasyon	Orijini
Akçakale-2000	GAP TAEM / Şanlıurfa	Bağacak	Bağacak/Çınar/Diyarbakır
Altın 40/98	TARM / Ankara	Beyaziye	Diyarbakır
Alibaba	GAP TAEM / Şanlıurfa	Menceki	Diyarbakır
Altıntaş 95	GKTAEM / Eskişehir	İskenderi	Diyarbakır
Altıntoprak 98	GAP UTAEM / Diyarbakır	Sorgül-Yerel	Kızıltepe/Mardin
Amanos-97	DATAEM / Adana	Akbuğday/Hevedi	Diyarbakır
Ankara 98	TARM / Ankara	Hav 27	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Artuklu	GAP UTAEM / Diyarbakır	Minaret	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Aydın-93	GAP UTAEM / Diyarbakır	Devediş	Diyarbakır
Balcalı 2000	DATAEM / Adana	Sorgül	Arpatepe/Mardin
Casanova	MARO Tarım	Karakılçık	Şırnak
Ceylan 95	GAP UTAEM / Diyarbakır	Havrani	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Çakmak	GKTAEM / Eskişehir	Kunduru-Malatya	Malatya
Çeşit-1252	TARM / Ankara	Giberunda	Kıbrıs
Dumrupınar	GKTAEM / Eskişehir	Hacıhalil	Hacıhalil/Adıyaman
Dicle-74	GAP UTAEM / Diyarbakır	Siverek	Siverek/Şanlıurfa
Diyarbakır-81	GAP UTAEM / Diyarbakır	Kurtalan	Kurtalan/Siirt
Ege 88	ETAEM / İzmir	Şırnak Akkaya	Şırnak
Eminbey	TARM / Ankara	Sogol Acırlı	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Eyyubi	GAP UTAEM / Diyarbakır	Sarıbaş isa	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Fırat-93	GAP UTAEM / Diyarbakır	Sarıbursa morhamam	Arguvan/Malatya

Fuatbey 2000	DATAEM / Adana	A-97	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
GAP	ETAEM / İzmir	Şırnak	Şırnak
Gediz-75	ETAEM / İzmir	Selçuklu	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Güneyyıldızı	GAP UTAEM / Diyarbakır	Şiraslan	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Harran 95	GAP UTAEM / Diyarbakır		
İmren	TARM / Ankara		
Kızıltan 91	TARM / Ankara		
Kunduru 1149	GKTAEM / Eskişehir		
Kümbet 2000	GKTAEM / Eskişehir		
Levante	TASACO Tarım		
Mirzabey 2000	TARM / Ankara		
Özberk	HARRAN Univ. / Şanlıurfa		
Pınar-2001	ULUDAĞ Üniv./ Bursa		
Pitagora	MARO Tarım		
Salihli 92	ETAEM / İzmir		
Saragolla	TASACO Tarım		
Sarıçanak 98	GAP UTAEM / Diyarbakır		
Selçuklu-97	BDUTAEM / Konya		
Sham-1	DATAEM / Adana		
Svevo	TASACO Tarım		
Şahinbey	GAP UTAEM / Diyarbakır		
Şölen 2002	ETAEM / İzmir		
Turabi	ETAEM / İzmir		
Tüten 2002	ETAEM / İzmir		
Urfa 2005	HARRAN Univ. / Şanlıurfa		
Yelken 2000	GKTAEM / Eskişehir		
Yılmaz 98	TARM / Ankara		
Zenit	TASACO Tarım		
Zühre	GAP UTAEM / Diyarbakır		

**Tablo 2.** Araştırmada kullanılan ileri hatların pedigrileri

Hatlar	Pedigri
1	BOOMER_18/LOTUS_4
2	GRVAND-16
3	EMU//CHEN/ALTAR84/3/MTTE/CARC//RU
4	USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/...
5	MX102-03 DS C36 IDYN 32 / ÇTAE
6	MX102-03 DS C36 IDYN 49 / ÇTAE
7	AJAIA_12/F3LOCAL(CELETHIO.135.85)//...
8	AVILLO_1/SNITAN
9	D86135/ACO89//PORRON_1/4/3/SNITAN
10	USDA595/3/B67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/...
11	SOMAT_4/I CDSS01B00481S
12	PLATA_6/G CDSS02Y00369S
13	Icajihan1 ICD01-0251-T-4AP-TR-1AP-0AP-0S
14	SILVER_3/RISSA//SOOTY_9/RASCON_37
15	GAUNT-10/SNITAN
16	SHAG-23/LAPDY-25
17	SN TURK MI83-84 375/NIGRIS-5//TANTLO-1
18	PLATA_8/4/GARZA/AFN///CRA/3/GTA/5/RASCON
19	PLATA-7/ILBOR-1//HAI-OU-17
20	FOCHA/3/HUI//CLT71/CII/4/CHN/ALTAR 84/5/
21	ARMENT//2*SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN
22	CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON_37...
23	AJAIA_12/F3LOCAL(SELETHIO.135.85)//PLATA_13/4/CHEN_1/...
24	MINIMUS/COMB DUCK_2//CHAM_3/3/RCOL*2/4/SOMAT_4/INTER_8
25	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI*2/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO.
26	WDRAIL_1/TOSKA_26//PLATA_6/GREEN_17/3/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/4/...



27	SABIL/3/AUK/GUIL//GREEN/4/AUK/GUIL//GREEN
28	ZHONG ZUO/2*GREEN_3//SORA/2*PLATA_12/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA57...
29	SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/3/BCR/GUEROU_1/4/CADO/BOOMER_33
30	D86135/ACO89//PORRON_4/3/SNITAN/4/TATLER_1/TARRO_1//HYDRANASSA30/...
31	AVILLO-1/SNITAN
32	SULA/AAZ-5//CHEN/ALTAR84/3/AJAIA-12/F3LOKAL(SEL.ETHIO.135.85//PLATA..
33	GS/4/D.BUCK//TME/2*TC/3/LACK/5/FG/6/SYRIAN L./7/KLOVEI
34	FG/ATO//HUI/3/ROK/5/EGE88/5/SHAW//FG/CR/3/YAV/4/CNDO/YAV//PAL
35	HYDRANASSA30/SILVER_5/4/STN/ALTAR/3/GS//CNDO
36	Diyarbakır-81/Chen Allepo
37	SU-ORDEGI3/6/CTA/3/FG/DOM//KIF/4/STN/5/BU
38	Marsyr3/3/Gcn//Stj/Mrb3. OSD
39	Mck2/Tilo2//Bcrch1/Kund1149..OSD
40	Marsyr3//Sadi 1989/Chan..OSD
41	Mrb 3/Mna-IICD91-0760-
42	DA-6 Black Aqns/3/Bcr//Memo/GooI
43	E90040/MFOML_13//LOTAIL_6
44	AUK/GUIL//GREN
45	KUCUK CD91B2620
46	PLATA_16/UNI
47	Azeghar-1/6/Zna-1/5/Awl-1/4/Ruff//Jo/Cr/3/F9.3I
48	Sabil.21/Altntoprak-98
49	SN TURKM183-84 375/Nigris-5//Tantlo-1
50	Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4I
51	CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAIA_2/6/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA...
52	TADIZ/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1
53	1A.1D 5+10-6/2*WB881//1A.1D 5+10-6/3*MOJO/3/SOOTY_9/RASCON_37...
54	LDN6D(6A)/3*ACONCHI/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1...
55	DIPPER_2/BUSHEN_3//SNITAN/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/5/...
56	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM
57	YAVAROS-79
58	AAZ/MORUS_1//RCOL/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4
59	13307/Azn1/6/Zna-1/5/Awl1/4/Ruff / jo/Cr/3/F9.3I
60	ALTAR84/BCDSS99B1265T
61	Miki2...
62	Gcn/4/D68-1-93A-1A//Ruff/Fg/3/Mtl-5
63	Aghrass-1/3/Mrb16/Ru
64	COMBA2//AAZ/MORUS 1
65	DIPPER/PLATA_3/4/FG/ATO//HUI/3/ROK
66	GAN/DIYARBAKIR 81
67	BUSHEN-6/SKARV
68	Quarmal/Gbch2/3/Mrf2/Normal Hamri//Bcr/Lks4 0
69	Bcrch1/3Mrf2//Bcr/Gro1 OSD
70	Ter1//Mrf1/Stj2. OSD
71	GUANAY/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/5/NUS/SULA...
72	P91.272.3.1/3*MEXI75/3/2*STOT//ALTAR 84/ALD
73	PNE/2*RASCON_37/3/ARTICO/AJAIA_3//HUALITA/4/GUANAY
74	Mgn13/Ainzen-II
75	Sarıçanak-98/Omrabi-5

## 2.2 Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Diyarbakır lokasyonunun uzun yıllar yağış ortalaması 483 mm olup, 2011-2012 yetiştirme sezonunda düşen yağış 405 m dir (Tablo 3). Kızıltepe lokasyonu da benzer şekilde 2011-2012 yetiştirme sezonunda uzun yıllar yağış ortalaması olan 305 mm'nin gerisinde kalarak 238 mm yağış almıştır (Tablo

4). Her iki lokasyonda da yağışların düzensiz olduğu, Diyarbakır'da özellikle sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde kaydedilen yağış miktarının uzun yıllara göre düşük, Kızıltepe'de ise yağışların başaklanma döneminde çok düşük olduğu görülmektedir. Diyarbakır lokasyonunda nisan ve mayıs aylarının ortalama sıcaklık değerlerinin uzun yıllara göre daha yüksek olduğu gözlenirken, Kızıltepe lokasyonunda nisan ayı ortalama sıcaklığı uzun yıllara göre daha yüksek ama mayıs ayı daha düşük olmuştur. Tablo 5'te deneme alanlarının toprak özellikleri verilmiştir.

**Tablo 3.** 2011-2012 Diyarbakır lokasyonu iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Yağış Miktarı (mm)		Nisbi Nem (%)	
	2011-2012	Uzun Yıllar	2011-2012	Uzun Yıllar	2011-2012	Uzun Yıllar
Eylül	25.0	24.7	9.2	4.1	30.2	31.0
Ekim	16.4	17.1	11.8	34.7	41.6	48.0
Kasım	6.4	9.0	73.0	51.8	58.8	68.0
Aralık	2.3	3.7	40.2	71.4	73.9	77.0
Ocak	2.4	1.6	78.3	68.0	84.4	77.0
Şubat	1.9	3.6	74.4	67.8	68.2	73.0
Mart	5.1	8.6	44.0	67.3	59.2	66.0
Nisan	15.2	13.8	26.2	68.7	58.5	63.0
Mayıs	19.6	19.2	41.0	41.3	58.0	56.0
Haziran	27.7	26.3	7.0	7.9	27.8	36.0
<b>Toplam</b>			<b>405.1</b>	<b>483.0</b>		

**Tablo 4.** 2011-2012 Kızıltepe lokasyonu iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Yağış Miktarı (mm)		Nisbi Nem (%)	
	2011-2012	Uzun Yıllar	2011-2012	Uzun Yıllar	2011-2012	Uzun Yıllar
Eylül	26.4	25.0	4.2	2.7	36.1	34.0
Ekim	18.1	18.7	26.2	23.3	47.7	43.2
Kasım	9.0	12.8	33.2	30.2	60.8	64.4
Aralık	6.0	6.0	24.5	40.7	67.7	74.1
Ocak	5.4	5.6	58.4	40.9	81.9	76.8
Şubat	5.9	6.5	39.4	44.4	66.7	69.2
Mart	8.9	13.6	36.8	25.5	56.7	52.1
Nisan	18.8	16.1	8.2	35.9	49.7	44.7
Mayıs	22.8	23.6	7.7	10.8	48.1	43.7
Haziran	31.0	28.1	0	0.9	24.2	28.6
<b>Toplam</b>			<b>238.6</b>	<b>231.3</b>		

**Tablo 5.** 2011-2012 yılı deneme alanları toprak özellikleri

Lokasyon	Bünye Sınıfı	Toplam Tuz (%)	PH	Kireç CaCO <sub>3</sub> (%)	Fosfor (kg/da)	Organik Madde (%)	Su ile Doygunluk (%)
Diyarbakır	Killi-tınlı	0.060	7.86	13.13	2.36	1.33	64
Kızıltepe	Killi-tınlı	0.044	7.95	21.30	3.62	1.93	54

### 2.3 Denemelerin Değerlendirilmesi

Deneme, latis deneme deseninde 2 tekrarlamalı ve 6 alt blok olarak, parsel alanı ekimde 3.6 m<sup>2</sup> (1.2m x 3m), hasatta 2.4 m<sup>2</sup> (1.2m x 2m) olacak şekilde kurulmuştur. Ekim, 6 sıralı parsel mibzeri ile 500 adet/m<sup>2</sup> tohum normunda yapılmıştır. Denemelerde toprak analizine göre ekimle birlikte taban gübresi olarak saf madde üzerinden 6 kg/da N + 8 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sapa kalkma döneminde ise saf madde üzerinden 6 kg/da N üst gübre olarak kullanılmıştır.

Araştırmada hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, protein oranı, camsılık oranı, ırmik rengi ve mSDS değeri incelenmiştir. Gözlem ve ölçümlerden elde edilen değerler, varyans analizine tabi tutulmuş ve önemlilik testleri %5 ve %1 düzeyinde F testi ile, ortalamaların farklılık gruplandırılmaları ise %5 olasılık düzeyinde Asgari Önemli Fark (AÖF) yöntemine göre yapılmıştır. Ayrıca Biplot analizleri ise GenStat 14th paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yapılan varyans analizinde; genotipler arasında hektolitre ağırlığı hariç diğer tüm özellikler yönünden % 1 düzeyinde önemli farklılık görülürken; lokasyonlar arasında mSDS değeri önemsiz, diğer parametreler % 1 ve % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotip x lokasyon interaksyonu açısından ise ırmik rengi hariç diğer özellikler açısından % 1 düzeyinde önemli farklılık tespit edilmiştir. İncelenen özellikler açısından genotiplerden elde edilen ortalama değerler, gruplandırmalar ve diğer varyasyon kaynakları Tablo 6 ve 7’de verilmiştir.

#### 3.1 Hektolitre Ağırlığı (kg hl<sup>-1</sup>)

Tablo 6’da görüldüğü gibi, yapılan bileşik analizde; genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksyonunda %1 düzeyinde önemli farklılık gözlenmiştir. En yüksek değer 86.8 kg/hl ile Tüten-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük değer 73.3 ile Mirzabey-2002 çeşidinden elde edilmiştir. Lokasyonların ortalama değerleri ve interaksyonda en yüksek ve en düşük değerlerin yer alması yapılan yorumları doğrulayacaktır. Lokasyonlar açısından bakıldığında, Kızıltepe lokasyonu daha yüksek ortalama değere sahip olmuştur. Bunun nedeni, Kızıltepe’de düzenli bir sulama işleminin yapılmış olmasıdır. Durum buğdayın yoğun olarak yetiştirildiği ve uzun yıllardır yapılan denemelerde, Suriye sınırındaki bölgede yapılan sulama işlemi hektolitre ağırlığını olumlu etkilemekte, düşük nem, sıcaklık stresi, düzensiz ve yetersiz yağış ise söz konusu parametreyi düşürmektedir. Genotip x lokasyon interaksyonu da istatistiki açıdan önemli çıkmıştır. Hektolitre ağırlığının kalıtım derecesinin düşük/orta derecede olması, değişen çevre ve iklim koşullarından etkilenmesinden kaynaklanan bir interaksyon mevcuttur. Budak [8] kalıtım derecesini % 29 olarak tespit ederken, Kılıç ve Yağbasanlar [9], varyans

komponentleri metoduna göre genotip x çevre (ekim zamanı) interaksyonu ve kalıtım derecelerini tespit ettikleri çalışmada, hektolitre ağırlığı için kalıtım derecesinin orta olduğunu bildirmişlerdir. Lokasyonlarda en düşük ve en yüksek hektolitre ağırlığına sahip olan genotiplerin genellikle aynı olması genotiplerin genetik özelliğinin etkili olduğunu gösterse de, genotiplerin çevre şartlarından da etkilenecek lokasyonlara farklı tepkiler verdiği de görülmektedir. Nitekim [10], hektolitre ağırlığının yetiştirme teknikleri ve iklim şartları tarafından etkilendiğini; [11], bu özelliğin genotip ve çevreden etkilendiğini; [12]'de, hektolitre ağırlığı üzerinde genotip x çevre interaksyonlarının etkili ve önemli olduğunu bildirmektedir.

**Tablo 6.** İncelenen genotiplerde hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı ve camsılık oranına ait ortalama değerler

Sıra No	Genotipler	Hektolitre Ağırlığı			Bin Tane Ağırlığı			Camsılık Oranı		
		Lokasyonlar		Ort.	Lokasyonlar		Ort.	Lokasyonlar		Ort.
		DYB	KZTP		DYB	KZTP		DYB	KZTP	
1	Akçakale-2000	82.1	84.8	83.5	35.4	44.9	40.1	99.8	84.8	92.3
2	Altın 40/98	84.0	84.9	84.5	34.3	45.3	39.8	99.1	91.6	95.4
3	Alibaba	79.1	81.2	80.2	34.5	41.0	37.8	98.8	98.5	98.6
4	Altıntaş 95	81.3	81.3	81.3	36.8	40.6	38.7	99.9	99.5	99.7
5	Altıntoprak 98	84.9	83.8	84.4	43.0	47.3	45.1	96.1	96.6	96.4
6	Amanos-97	82.4	85.3	83.9	40.8	44.6	42.7	99.3	94.1	96.7
7	Ankara 98	77.0	82.4	79.7	35.6	52.5	44.1	99.6	92.5	96.1
8	Artuklu	85.0	85.5	85.3	40.3	50.5	45.4	98.9	94.0	96.4
9	Aydın-93	84.1	85.8	85.0	31.8	44.5	38.1	99.6	96.3	97.9
10	Balcalı 2000	81.5	85.9	83.7	33.8	50.6	42.2	99.6	88.5	94.1
11	Casanova	82.3	84.0	83.2	43.3	54.0	48.6	99.6	93.0	96.3
12	Ceylan-95	81.4	84.7	83.1	36.0	53.0	44.5	99.8	52.9	76.3
13	Çakmak	73.6	81.8	77.7	24.9	42.5	33.7	99.8	61.0	80.4
14	Çeşit-1252	79.1	83.1	81.1	30.4	44.0	37.2	99.3	81.9	90.6
15	Dumluşınar	77.4	81.2	79.3	40.1	48.3	44.2	99.4	88.8	94.1
16	Dicle-74	82.3	84.2	83.3	38.4	47.8	43.1	97.4	72.4	84.9
17	Diyarbakır-81	80.3	83.3	81.8	33.8	48.9	41.3	99.4	82.3	90.8
18	Ege 88	83.2	84.1	83.7	36.5	47.5	42.0	99.5	94.8	97.1
19	Eminbey	75.8	80.9	78.4	28.8	40.0	34.4	99.6	92.5	96.1
20	Eyyubi	84.3	85.1	84.7	39.4	50.3	44.8	99.9	97.8	98.8
21	Fırat-93	83.8	84.6	84.2	44.3	52.1	48.2	99.9	99.6	99.8
22	Fuatbey 2000	82.0	83.9	83.0	37.6	49.9	43.8	99.3	97.6	98.4
23	GAP	84.3	85.5	84.9	41.4	51.3	46.3	99.5	86.5	93.0
24	Gediz-75	83.7	84.7	84.2	37.0	47.4	42.2	99.6	97.9	98.8
25	Güneyyıldızı	84.7	85.0	84.9	40.1	47.9	44.0	99.0	95.6	97.3
26	Harran 95	81.7	83.5	82.6	40.3	54.1	47.2	95.9	79.4	87.6
27	İmren	76.3	81.7	79.0	31.3	41.9	36.6	100.0	91.8	95.9
28	Kızıltan 91	74.9	77.4	76.2	29.4	38.6	34.0	99.9	98.1	99.0
29	Kunduru 1149	79.8	80.1	80.0	41.9	42.5	42.2	99.6	99.6	99.6
30	Kümbet 2000	78.5	81.5	80.0	33.8	40.9	37.3	99.9	97.0	98.4
31	Levante	80.2	84.2	82.2	32.4	44.1	38.3	99.6	87.1	93.4

32	Mirzabey 2002	70.2	76.4	73.3	28.9	39.4	34.1	99.8	99.5	99.6
33	Özberk	82.3	84.0	83.2	43.0	54.6	48.8	99.5	98.4	98.9
34	Pınar-2001	79.6	85.1	82.4	31.6	46.1	38.9	100.0	76.3	88.1
35	Pitagora	81.3	84.6	83.0	32.9	44.5	38.7	99.6	85.9	92.8
36	Salihli-92	82.5	86.0	84.3	34.6	47.0	40.8	99.3	72.6	85.9
37	Saragolla	77.7	83.8	80.8	27.0	41.3	34.1	99.8	83.5	91.6
38	Sarıçanak-98	84.6	86.2	85.4	34.0	44.3	39.1	99.3	81.6	90.4
39	Selçuklu-97	71.3	78.2	74.8	25.8	37.9	31.8	99.8	93.3	96.5
40	Sham-1	80.9	85.5	83.2	28.8	44.0	36.4	99.9	92.9	96.4
41	Svevo	83.3	83.9	83.6	41.1	49.0	45.1	99.5	98.0	98.8
42	Şahinbey	81.5	83.8	82.7	41.1	55.1	48.1	99.3	89.3	94.3
43	Şölen-2002	84.2	84.9	84.6	38.6	48.5	43.6	99.4	89.6	94.5
44	Turabi	82.6	84.3	83.5	33.9	43.6	38.8	99.5	92.5	96.0
45	Tüten-2002	87.2	86.4	86.8	39.8	43.5	41.6	95.4	86.8	91.1
46	Urfa-2005	85.5	83.5	84.5	48.3	51.1	49.7	99.8	99.0	99.4
47	Yelken 2000	79.4	82.8	81.1	35.5	45.3	40.4	96.6	86.9	91.8
48	Yılmaz-98	78.2	80.1	79.2	35.8	41.4	38.6	85.5	89.4	87.4
49	Zenit	83.0	83.1	83.1	35.0	44.3	39.6	99.9	98.0	98.9
50	Zühre	83.1	84.6	83.9	33.8	42.1	37.9	99.6	99.3	99.4
51	Bağacak	79.9	79.6	79.8	39.9	44.9	42.4	99.5	99.6	99.6
52	Beyaziye	80.4	79.5	80.0	39.1	42.3	40.7	99.4	98.6	99.0
53	Menceki	81.6	80.8	81.2	43.6	48.4	46.0	99.0	98.4	98.7
54	İskenderi	78.8	79.7	79.3	36.1	45.1	40.6	98.4	94.4	96.4
55	Sorgül-Yerel	79.8	78.3	79.1	39.0	44.5	41.8	99.6	94.8	97.2
56	Akbuğday-Hevedi	78.3	79.7	79.0	36.9	45.5	41.2	99.5	98.9	99.2
57	Hav-27	76.4	80.6	78.5	28.6	36.1	32.4	99.1	96.9	98.0
58	Minaret	84.1	84.4	84.3	37.6	45.1	41.4	99.6	86.9	93.3
59	Devediş	78.4	79.5	79.0	38.5	47.5	43.0	99.4	99.9	99.6
60	Sorgül	81.1	83.8	82.5	34.6	45.8	40.2	99.9	95.9	97.9
61	Havrani	82.2	83.8	83.0	34.1	44.1	39.1	99.8	97.3	98.5
62	Hacıhalil	79.8	82.8	81.3	38.9	50.3	44.6	98.8	96.3	97.5
63	Karakılçık	79.7	83.7	81.7	37.9	50.8	44.3	99.1	93.4	96.3
64	Siverek	81.0	84.3	82.7	29.1	51.6	40.3	99.1	72.9	86.0
65	Kurtalan	79.7	84.6	82.2	33.8	51.0	42.4	99.1	68.8	83.9
66	Şırnak-Akkaya	81.6	83.4	82.5	39.8	49.3	44.5	99.8	94.9	97.3
67	Sogol-Acırlı	79.0	80.1	79.6	38.3	45.0	41.6	99.5	95.9	97.7
68	Sarıbaş-İsa	79.4	79.2	79.3	40.8	44.9	42.8	99.9	99.6	99.8
69	Sarıbursa-Morhamam	80.2	81.1	80.7	42.4	48.8	45.6	99.6	99.0	99.3
70	A-97	81.2	83.1	82.2	39.3	48.6	43.9	99.9	93.0	96.4
71	Şırnak	80.4	80.2	80.3	40.1	39.5	39.8	99.0	99.9	99.4
72	Selçuklu	70.5	77.8	74.2	23.8	35.0	29.4	99.6	100.0	99.8
73	Şiraslan	79.4	83.2	81.3	35.9	45.1	40.5	99.5	88.8	94.1
74	Giberunda	79.6	80.1	79.9	41.9	49.1	45.5	99.4	97.4	98.4
75	Malatya-Kunduru	79.9	81.4	80.7	44.1	50.5	47.3	99.3	95.1	97.2
76	1	86.0	86.6	86.3	40.1	45.5	42.8	99.4	95.3	97.3
77	2	83.9	86.0	85.0	34.3	50.0	42.1	99.6	72.9	86.3
78	3	85.5	85.7	85.6	39.8	50.8	45.3	99.1	96.3	97.7

79	4	79.6	82.7	81.2	30.6	42.5	36.6	99.3	90.9	95.1
80	5	81.3	85.1	83.2	32.8	47.3	40.0	99.1	92.6	95.9
81	6	81.5	85.0	83.3	27.5	41.6	34.6	99.8	91.6	95.7
82	7	78.0	81.5	79.8	29.3	39.4	34.3	99.8	99.5	99.6
83	8	83.3	85.4	84.4	33.9	43.6	38.8	99.5	99.3	99.4
84	9	81.7	86.4	84.1	27.0	42.8	34.9	99.3	64.5	81.9
85	10	79.1	84.7	81.9	28.6	46.5	37.6	99.6	67.6	83.6
86	11	81.6	85.3	83.5	29.5	39.6	34.6	99.5	77.5	88.5
87	12	81.6	85.1	83.4	34.5	45.3	39.9	99.5	89.3	94.4
88	13	82.0	85.3	83.7	33.1	50.6	41.9	99.4	61.3	80.3
89	14	82.4	84.7	83.6	32.9	43.3	38.1	98.9	85.0	91.9
90	15	83.0	85.2	84.1	31.8	46.5	39.1	99.0	83.3	91.1
91	16	83.7	84.6	84.2	34.6	45.3	39.9	99.5	100.0	99.8
92	17	79.7	82.0	80.9	32.6	45.8	39.2	99.5	99.4	99.4
93	18	84.5	85.9	85.2	37.6	43.6	40.6	99.0	92.9	95.9
94	19	83.2	84.9	84.1	35.5	45.6	40.6	99.0	89.8	94.4
95	20	85.1	85.1	85.1	40.9	47.6	44.3	99.6	94.4	97.0
96	21	84.4	85.0	84.7	31.4	38.5	34.9	98.5	89.5	94.0
97	22	84.6	86.5	85.6	36.0	47.0	41.5	99.5	92.5	96.0
98	23	82.9	84.2	83.6	34.3	43.4	38.8	94.5	96.6	95.6
99	24	84.0	84.8	84.4	31.8	38.1	34.9	100.0	97.8	98.9
100	25	84.3	85.6	85.0	31.5	41.3	36.4	99.3	90.3	94.8
101	26	83.7	85.2	84.5	38.4	49.0	43.7	99.8	99.6	99.7
102	27	81.6	83.5	82.6	32.0	43.4	37.7	99.1	99.5	99.3
103	28	83.2	84.8	84.0	30.6	40.0	35.3	97.5	78.8	88.1
104	29	83.3	85.3	84.3	32.0	42.1	37.1	99.5	94.9	97.2
105	30	80.4	80.8	80.6	29.5	36.6	33.1	99.6	99.8	99.7
106	31	81.7	84.2	83.0	31.3	41.5	36.4	99.6	99.1	99.4
107	32	81.9	85.4	83.7	30.3	42.1	36.2	99.8	84.4	92.1
108	33	83.0	83.5	83.3	42.5	52.1	47.3	100.0	97.8	98.9
109	34	78.6	83.0	80.8	23.9	35.4	29.6	99.5	99.5	99.5
110	35	83.3	84.8	84.1	36.8	49.0	42.9	99.5	87.1	93.3
111	36	83.3	85.6	84.5	35.8	45.1	40.4	99.6	96.8	98.2
112	37	81.8	84.6	83.2	33.8	48.8	41.3	98.6	86.8	92.7
113	38	81.4	84.0	82.7	35.9	48.0	41.9	99.8	68.0	83.9
114	39	85.5	85.7	85.6	40.8	49.6	45.2	99.6	72.4	86.0
115	40	78.7	84.2	81.5	32.6	47.6	40.1	99.6	84.3	91.9
116	41	85.4	85.6	85.5	38.9	47.5	43.2	99.6	84.5	92.1
117	42	80.7	84.3	82.5	29.8	43.4	36.6	99.8	83.9	91.8
118	43	80.8	83.7	82.3	30.3	39.8	35.0	99.8	85.8	92.8
119	44	83.4	85.4	84.4	34.8	47.4	41.1	99.3	95.1	97.2
120	45	83.9	85.6	84.8	34.3	47.0	40.6	100.0	94.6	97.3
121	46	80.0	83.0	81.5	30.6	40.9	35.8	99.9	99.9	99.9
122	47	82.3	84.7	83.5	32.4	46.6	39.5	99.4	73.3	86.3
123	48	84.2	86.1	85.2	34.4	43.4	38.9	99.3	80.6	89.9
124	49	81.8	84.4	83.1	29.3	42.4	35.8	99.6	96.9	98.3
125	50	84.2	85.2	84.7	36.8	45.9	41.3	99.1	85.8	92.4

126	51	84.0	85.5	84.8	35.9	46.0	40.9	95.5	93.4	94.4
127	52	82.7	84.8	83.8	36.6	48.1	42.4	99.6	96.5	98.1
128	53	80.8	83.9	82.4	34.1	42.3	38.2	98.6	98.3	98.4
129	54	79.9	82.6	81.3	29.8	40.4	35.1	99.0	97.9	98.4
130	55	80.5	82.6	81.6	30.5	42.6	36.6	100.0	99.8	99.9
131	56	79.0	84.1	81.6	25.6	39.5	32.6	99.5	95.6	97.6
132	57	79.5	83.4	81.5	33.6	47.3	40.4	99.8	95.1	97.4
133	58	81.3	84.6	83.0	32.4	46.0	39.2	99.6	88.9	94.3
134	59	78.7	85.4	82.1	28.4	46.6	37.5	99.8	53.5	76.6
135	60	83.8	86.6	85.2	33.1	49.4	41.3	99.1	78.4	88.8
136	61	81.9	85.4	83.7	32.3	44.5	38.4	99.4	86.4	92.9
137	62	84.3	83.7	84.0	33.0	48.9	40.9	99.6	78.3	88.9
138	63	82.8	84.5	83.7	34.0	50.9	42.4	99.4	48.8	74.1
139	64	81.7	85.0	83.4	37.0	52.4	44.7	99.9	97.0	98.4
140	65	82.2	85.2	83.7	32.5	44.8	38.6	99.6	98.3	98.9
141	66	83.7	84.9	84.3	36.3	43.8	40.0	99.3	97.9	98.6
142	67	82.4	84.5	83.5	33.8	45.8	39.8	99.3	86.1	92.7
143	68	84.0	84.2	84.1	30.6	35.3	32.9	98.1	84.8	91.4
144	69	84.9	83.7	84.3	37.8	44.3	41.0	99.4	98.4	98.9
145	70	84.7	84.9	84.8	39.9	44.1	42.0	98.8	98.5	98.6
146	71	83.9	84.5	84.2	34.0	40.6	37.3	99.1	95.1	97.1
147	72	80.2	84.1	82.2	32.0	46.6	39.3	94.5	78.3	86.4
148	73	84.3	86.2	85.3	32.4	39.8	36.1	97.5	95.4	96.4
149	74	84.7	85.5	85.1	38.6	48.0	43.3	98.3	88.1	93.2
150	75	83.6	84.8	84.2	34.8	45.1	39.9	99.5	93.4	96.4
<b>Ortalama</b>		<b>81.5</b>	<b>83.7</b>	<b>82.6</b>	<b>34.9</b>	<b>45.4</b>	<b>40.2</b>	<b>99.1</b>	<b>90.1</b>	<b>94.6</b>
<b>AÖF</b>		Lokasyon : <b>0.2 **</b>			Lokasyon : <b>2.7**</b>			Lokasyon : <b>6.5 *</b>		
		Genotip : <b>1.7 **</b>			Genotip : <b>3.7**</b>			Genotip : <b>8.8 **</b>		
		Gen. x Lok.: <b>2.4 **</b>			Gen. x Lok.: <b>5.3 **</b>			Gen. x Lok.: <b>6.5 **</b>		
<b>Çeşit Ortalaması</b>		<b>82.2</b>			<b>41.1</b>			<b>94.4</b>		

DYB: Diyarbakır, KZTP: Kızıltepe

### 3.2 Bin Tane Ağırlığı (g)

Tablo 6'da görüldüğü gibi yapılan bileşik analizde; genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksiyonunda %1 düzeyinde önemli farklılık gözlenmiştir. Bin tane ağırlığı 29.4 – 49.7 gr arasında değişim gösterirken, en yüksek bin tane ağırlığı Urfa-2005 çeşidinden, en düşük bin tane ağırlığı ise Selçuklu yerel popülasyonundan elde edilmiştir. Lokasyonlar açısından bakıldığında, Kızıltepe lokasyonunda daha yüksek bin tane ağırlığı elde edilmiş, bunun da temel sebebinin yapılan sulama işlemi olduğu düşünülmektedir. Nitekim uzun yıllardır yapılan çalışmalarda da sulu şartların bin tane ağırlığını arttırdığı görülmüştür. Bin tane ağırlığı bakımından genotip x lokasyon interaksiyonuna ilişkin olarak; her iki lokasyonda da en düşük bin tane ağırlığının aynı genotipten elde edilmiş olması, genetik özelliğin etkili olduğunu gösterse de, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde durum buğdayın yetiştirildiği alt bölgelerin agro-ekolojik yapısı ile çevre şartlarının ve sulamanın bin tane ağırlığı üzerinde etkili olduğu,



nisbi nemin düşmesi, sıcaklık stresin oluşması, yağış düzensizliği ve yetersizliğinin bin dane ağırlığı üzerinde ve genotip x çevre interaksyonunun önemli çıkmasında etkili olan faktörler olduğu düşünülmektedir. Nitekim [12] aynı bölgede yaptığı çalışmada genotipin çevresel faktörlere göre bin tane ağırlığı üzerinde daha etkili olduğunu bildirmekle beraber, ikili ve üçlü interaksyonların bin tane ağırlığı üzerinde etkili olduğunu da vurgulamaktadır. [13] ile [14] de bin tane ağırlığı bakımından genotip x yer interaksyonunun önemli olduğunu bildirmişlerdir.

### 3.3 Camsılık Oranı (%)

Tablo 6'da görüldüğü gibi yapılan bileşik analizde; lokasyonlar arasında %5, genotip ve genotip x lokasyon interaksyonunda ise %1 düzeyinde önemli farklılık gözlenmiştir. Camsılık oranı %74.1 - %99.9 arasında değişim gösterirken, en yüksek camsılık oranı 46 ve 55 nolu hatlardan, en düşük camsılık oranı ise 63 nolu hattan elde edilmiştir. Her iki lokasyonun da genel karakteristik olarak durum buğday için uygun ekolojiye sahip olması, camsılık ortalamasının yüksek olmasına neden olmuştur. Ancak camsılık parametresi açısından iki lokasyon değerlendirmesi yapılırken, Tablo 3 ve 4'te de görüldüğü gibi Kızıltepe lokasyonu Diyarbakır lokasyonuna göre daha sıcak ve düşük yağış şartlarına sahip olduğundan dolayı durum buğdayda daha yüksek değerde camısı tane vermesi beklenmektedir. Ancak Kızıltepe lokasyonunda düşük camsılık oranının elde edilmesi, yapılan sulama işleminden kaynaklanmıştır. Camsılık oranı düşük-orta seviyede bir kalıtım derecesine sahip olup, çevre koşullarının etkisi altındadır [15]. Nitekim bu özelliğine istinaden genotip x lokasyon interaksyonu beklendiği şekilde önemli çıkmıştır. Yerel popülasyonların diğer genotiplere nazaran daha yüksek camsılık oranına sahip olması, bu grubun kalite yönünden ıslah çalışmalarında değerlendirilebileceğini göstermektedir.

### 3.4 Mini SDS Değeri (ml)

Tablo 7'de görüldüğü gibi yapılan bileşik analizde; lokasyonlar arasında farklılık gözlenmezken, genotip ve genotip x lokasyon interaksyonunda %1 düzeyinde önemli farklılık gözlenmiştir. Mini SDS değeri 2.5 – 11.1 arasında değişim gösterirken, en yüksek değer 40 nolu hattan, en düşük değer ise Sorgül yerel popülasyonundan elde edilmiştir. Diyarbakır lokasyonunda mSDS değeri 3.0 – 12.3 ml arasında değişim göstermiştir. En yüksek değeri 40 nolu hat gösterirken, en düşük değer 75 nolu hattan elde edilmiştir. Kızıltepe lokasyonu ise, % 2.3 – 11.0 arasında değişim göstermiş olup, en yüksek değer 51 nolu hat'tan elde edilirken, en düşük değer Sorgül yerel popülasyonundan elde edilmiştir. mSDS değeri açısından yapılan çalışmalarda, düşük seviyeden yüksek seviyeye kadar bir kalıtım derecesine sahip olduğu görülmektedir [15, 16]. Bu çalışmada da genotiple birlikte çevrenin de etkisi ile genotip x lokasyon interaksyonu önemli çıkmıştır. Nitekim [17] ve [18] sedimentasyon



değerinin genotipten daha çok etkilenen bir özellik olduğunu vurgularken, [11], çeşit ve çevreden %1 seviyesindeki önemlilikle etkilendiğini bildirmektedirler. Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda da, benzer şekilde sedimentasyonun genotip x çevre interaksyonundan etkilendiği bildirilmiştir [12, 19, 20, 21]. [22] de, SDS değerinin protein içeriğine nazaran çevreden daha az etkilendiğini bildirmektedirler.

**Tablo 7.** Durum buğday genotiplerinde mini SDS ve irmik rengi ve protein oranına ait ortalama değerler

Sıra No	Genotipler	mSDS			İrmik Rengi			Protein Oranı		
		Lokasyonlar		Ort.	Lokasyonlar		Ort.	Lokasyonlar		Ort.
		DYB	KZTP		DYB	KZTP		DYB	KZTP	
1	Akçakale-2000	10.8	9.3	10.0	21.6	20.8	21.2	14.9	12.9	13.9
2	Altın 40/98	7.0	8.8	7.9	23.5	21.4	22.5	15.2	13.7	14.4
3	Alibaba	7.3	7.8	7.5	23.2	23.6	23.4	15.1	13.9	14.5
4	Altıntaş 95	7.3	9.0	8.1	27.1	24.8	26.0	15.2	15.3	15.3
5	Altıntoprak 98	6.8	7.5	7.1	24.0	23.9	24.0	13.9	14.4	14.1
6	Amanos-97	5.0	5.5	5.3	24.8	22.9	23.8	15.6	14.0	14.8
7	Ankara 98	10.5	10.8	10.6	23.3	20.8	22.0	17.1	13.8	15.5
8	Artuklu	5.5	6.0	5.8	23.3	20.4	21.8	14.0	12.9	13.4
9	Aydın-93	5.5	6.3	5.9	24.5	24.0	24.2	16.3	14.2	15.2
10	Balcalı 2000	8.0	7.8	7.9	24.9	21.8	23.3	17.0	12.9	14.9
11	Casanova	7.5	7.0	7.3	26.1	24.0	25.1	16.0	13.7	14.8
12	Ceylan-95	4.3	4.5	4.4	21.2	18.1	19.7	15.4	11.7	13.5
13	Çakmak	5.3	3.8	4.5	24.9	21.0	22.9	17.5	11.5	14.5
14	Çeşit-1252	7.0	7.0	7.0	23.0	20.5	21.8	15.1	12.3	13.7
15	Dumlupınar	7.0	6.8	6.9	23.2	20.7	22.0	19.0	13.6	16.3
16	Dicle-74	6.5	7.0	6.8	21.0	20.7	20.9	14.2	12.8	13.5
17	Diyarbakır-81	4.5	5.0	4.8	22.5	21.1	21.8	15.6	13.1	14.3
18	Ege 88	3.3	3.0	3.1	22.0	21.3	21.6	14.6	13.2	13.9
19	Eminbey	11.5	10.3	10.9	26.1	25.4	25.8	17.7	14.2	15.9
20	Eyyubi	6.5	7.5	7.0	23.4	21.3	22.3	14.6	13.8	14.2
21	Fırat-93	5.3	5.5	5.4	24.5	23.3	23.9	16.3	15.4	15.8
22	Fuatbey 2000	8.0	7.8	7.9	23.5	21.9	22.7	15.2	13.3	14.2
23	GAP	7.5	8.5	8.0	23.9	23.1	23.5	14.7	12.7	13.7
24	Gediz-75	3.8	4.0	3.9	25.8	23.5	24.7	15.2	13.8	14.5
25	Güneyyıldızı	5.8	8.8	7.3	25.6	25.4	25.5	14.2	13.0	13.6
26	Harran 95	6.0	6.5	6.3	25.1	23.9	24.5	14.0	12.7	13.3
27	İmren	3.8	3.0	3.4	25.2	23.2	24.2	16.4	12.7	14.5
28	Kızıltan 91	4.8	5.8	5.3	26.3	25.5	25.9	15.6	14.8	15.2
29	Kunduru 1149	5.0	6.5	5.8	25.3	23.8	24.5	17.8	16.6	17.2
30	Kümbet 2000	8.5	9.0	8.8	23.5	23.1	23.3	17.5	14.5	16.0
31	Levante	10.0	8.3	9.1	28.0	27.4	27.7	16.6	13.2	14.9
32	Mirzabey 2002	4.8	3.5	4.1	24.5	24.6	24.6	18.0	14.5	16.2
33	Özberk	3.8	5.0	4.4	22.9	20.4	21.7	16.0	13.8	14.9

34	Pınar-2001	5.5	5.0	5.3	25.5	23.6	24.5	16.8	12.0	14.4
35	Pitagora	10.3	8.5	9.4	26.2	26.4	26.3	15.9	12.6	14.3
36	Salihli-92	4.5	4.5	4.5	25.2	21.9	23.5	15.9	11.7	13.8
37	Saragolla	7.5	6.5	7.0	26.3	24.9	25.6	16.5	11.7	14.1
38	Sarıçanak-98	3.5	4.0	3.8	24.4	22.6	23.5	15.6	11.9	13.7
39	Selçuklu-97	6.8	6.5	6.6	25.9	25.1	25.5	17.9	13.6	15.7
40	Sham-1	4.8	4.0	4.4	25.2	22.4	23.8	16.8	13.1	14.9
41	Svevo	5.5	4.8	5.1	27.9	28.0	28.0	16.9	14.7	15.8
42	Şahinbey	4.8	4.5	4.6	21.8	18.7	20.2	16.0	12.4	14.2
43	Şölen-2002	8.3	6.5	7.4	23.6	20.8	22.2	14.1	12.9	13.5
44	Turabi	7.0	7.5	7.3	25.2	25.0	25.1	16.1	14.1	15.1
45	Tüten-2002	3.3	5.0	4.1	24.1	23.1	23.6	13.2	12.8	13.0
46	Urfa-2005	6.3	6.8	6.5	21.7	19.8	20.7	14.8	14.7	14.7
47	Yelken 2000	4.5	6.5	5.5	25.2	22.1	23.7	15.0	12.4	13.7
48	Yılmaz-98	3.3	4.0	3.6	23.4	22.9	23.2	14.4	13.4	13.9
49	Zenit	7.3	8.5	7.9	28.8	28.0	28.4	15.8	13.7	14.7
50	Zühre	9.0	7.3	8.1	25.4	22.7	24.0	15.5	13.7	14.6
51	Bağacak	4.8	5.3	5.0	24.4	22.8	23.6	15.9	15.1	15.5
52	Beyaziye	5.0	5.8	5.4	22.1	21.7	21.9	15.8	15.2	15.5
53	Menceki	5.0	6.0	5.5	25.8	22.9	24.4	16.3	14.5	15.4
54	İskenderi	5.0	6.3	5.6	22.1	21.1	21.6	16.6	14.2	15.4
55	Sorgül-Yerel	5.0	5.0	5.0	22.1	21.8	21.9	16.4	16.2	16.3
56	Akbuğday-Hevedi	6.0	6.8	6.4	25.0	24.5	24.8	17.6	14.8	16.2
57	Hav-27	6.5	6.8	6.6	25.3	25.3	25.3	16.8	13.9	15.3
58	Minaret	9.0	9.0	9.0	28.0	25.7	26.8	15.7	14.7	15.2
59	Devediş	7.3	9.3	8.3	22.8	22.6	22.7	18.9	16.5	17.7
60	Sorgül	2.8	2.3	2.5	26.9	25.3	26.1	18.4	14.4	16.4
61	Havrani	7.5	9.0	8.3	24.9	22.6	23.7	18.1	16.0	17.1
62	Hacıhalil	5.5	4.5	5.0	24.0	22.8	23.4	17.3	13.8	15.5
63	Karakılçık	6.3	5.8	6.0	24.7	21.6	23.2	18.2	13.0	15.6
64	Siverek	4.0	4.5	4.3	22.8	20.4	21.6	15.2	12.1	13.6
65	Kurtalan	4.3	4.5	4.4	22.2	19.3	20.8	16.1	11.6	13.8
66	Şırnak-Akkaya	4.0	4.3	4.1	22.7	22.1	22.4	16.2	14.1	15.1
67	Sogol-Acırlı	4.3	5.0	4.6	22.7	21.4	22.1	17.4	14.9	16.1
68	Sarıbaş-İsa	5.5	6.5	6.0	26.9	24.0	25.4	17.5	15.9	16.7
69	Sarıbursa-Morhamam	5.3	6.0	5.6	24.9	23.8	24.3	17.1	14.8	16.0
70	A-97	6.5	6.0	6.3	22.4	20.7	21.5	16.0	14.5	15.2
71	Şırnak	5.0	5.3	5.1	23.0	21.2	22.1	16.5	16.3	16.4
72	Selçuklu	7.0	6.3	6.6	25.1	24.4	24.7	18.8	14.0	16.4
73	Şiraslan	4.5	4.8	4.6	24.7	21.9	23.3	16.4	12.9	14.6
74	Giberunda	5.0	5.8	5.4	22.1	20.1	21.1	17.1	15.5	16.3
75	Malatya-Kunduru	5.0	6.0	5.5	22.8	23.2	23.0	16.1	13.5	14.8

76	1	6.0	7.5	6.8	24.8	23.6	24.2	14.6	13.1	13.8
77	2	4.0	3.3	3.6	22.4	20.2	21.3	15.1	12.0	13.5
78	3	6.5	6.8	6.6	23.5	22.7	23.1	13.9	12.6	13.2
79	4	7.5	8.5	8.0	26.4	23.2	24.8	15.4	13.1	14.3
80	5	10.8	6.8	8.8	24.8	22.5	23.7	15.8	12.3	14.0
81	6	9.8	9.5	9.6	26.1	23.2	24.7	15.9	12.9	14.4
82	7	9.5	8.8	9.1	25.2	22.6	23.9	16.4	13.8	15.1
83	8	9.3	7.5	8.4	27.5	24.7	26.1	15.9	13.3	14.6
84	9	10.3	7.5	8.9	27.5	22.7	25.1	16.5	11.4	14.0
85	10	10.0	6.5	8.3	25.3	24.4	24.9	16.4	12.1	14.3
86	11	8.8	7.0	7.9	26.6	25.3	26.0	15.9	11.8	13.8
87	12	7.8	7.5	7.6	25.7	21.6	23.6	16.6	12.9	14.7
88	13	6.0	5.8	5.9	21.9	20.2	21.1	15.4	11.4	13.4
89	14	10.5	9.0	9.8	25.5	24.3	24.9	14.8	12.5	13.7
90	15	10.0	7.5	8.8	24.6	21.0	22.8	15.0	12.1	13.5
91	16	8.8	10.3	9.5	26.4	25.0	25.7	16.1	14.7	15.4
92	17	8.3	8.8	8.5	25.3	24.8	25.1	17.3	14.1	15.7
93	18	10.0	9.5	9.8	24.7	22.8	23.8	14.7	13.0	13.8
94	19	7.8	8.8	8.3	23.3	22.1	22.7	15.7	13.3	14.5
95	20	8.0	9.0	8.5	24.5	21.8	23.2	14.1	13.3	13.7
96	21	5.5	7.3	6.4	28.1	26.1	27.1	13.2	12.5	12.8
97	22	6.3	7.3	6.8	24.3	24.0	24.1	15.3	13.1	14.2
98	23	7.8	9.5	8.6	25.7	24.2	24.9	14.7	14.3	14.5
99	24	8.3	8.5	8.4	25.8	25.2	25.5	14.5	13.2	13.8
100	25	8.3	9.0	8.6	27.7	25.9	26.8	14.6	13.3	13.9
101	26	10.0	11.0	10.5	24.3	22.6	23.5	15.2	13.4	14.3
102	27	9.8	10.8	10.3	26.8	26.7	26.7	16.6	14.3	15.4
103	28	8.0	6.8	7.4	25.9	24.9	25.4	13.6	11.9	12.7
104	29	8.3	10.3	9.3	26.4	24.6	25.5	14.4	12.8	13.6
105	30	8.5	10.3	9.4	23.7	24.0	23.8	14.6	13.5	14.0
106	31	8.0	8.8	8.4	27.0	25.2	26.1	15.6	13.5	14.5
107	32	8.0	7.8	7.9	24.3	23.7	24.0	15.4	12.2	13.8
108	33	8.8	9.0	8.9	23.2	21.5	22.4	15.7	13.9	14.8
109	34	8.3	7.3	7.8	27.5	26.1	26.8	17.4	14.5	16.0
110	35	6.3	6.3	6.3	25.8	21.7	23.8	16.0	13.2	14.6
111	36	5.5	5.3	5.4	25.5	27.0	26.3	17.0	13.6	15.3
112	37	7.0	7.0	7.0	25.7	21.6	23.6	15.3	11.8	13.6
113	38	9.0	6.8	7.9	23.4	22.4	22.9	15.5	11.7	13.6
114	39	7.5	6.8	7.1	21.0	18.8	19.9	14.7	11.9	13.3
115	40	12.3	10.0	11.1	21.0	20.7	20.8	17.7	11.8	14.7
116	41	7.0	6.5	6.8	24.9	22.2	23.6	16.0	13.7	14.9
117	42	11.3	9.0	10.1	23.9	23.0	23.4	16.2	12.6	14.4

118	43	7.3	7.5	7.4	24.1	23.1	23.6	15.6	12.4	14.0
119	44	6.5	7.0	6.8	25.1	24.4	24.8	16.3	12.5	14.4
120	45	9.0	7.5	8.3	26.1	23.9	25.0	15.2	13.4	14.3
121	46	7.5	8.0	7.8	25.1	23.6	24.3	15.8	13.7	14.7
122	47	9.3	7.5	8.4	22.0	18.3	20.1	15.6	12.6	14.1
123	48	3.8	5.0	4.4	24.9	23.0	24.0	15.6	12.3	13.9
124	49	10.0	7.8	8.9	25.2	24.4	24.8	16.4	12.8	14.6
125	50	8.5	6.5	7.5	25.1	23.6	24.3	14.0	13.7	13.8
126	51	9.3	11.0	10.1	23.1	21.5	22.3	14.3	12.9	13.6
127	52	7.8	9.3	8.5	24.7	22.9	23.8	15.7	12.9	14.3
128	53	9.5	9.5	9.5	25.5	23.9	24.7	15.7	13.6	14.7
129	54	8.5	9.0	8.8	25.2	23.1	24.2	15.3	13.4	14.3
130	55	11.5	8.3	9.9	25.1	25.5	25.3	16.6	14.1	15.3
131	56	8.0	7.3	7.6	24.8	22.5	23.7	16.6	12.5	14.6
132	57	8.0	6.8	7.4	24.4	23.2	23.8	15.1	12.9	14.0
133	58	8.8	7.0	7.9	24.3	22.8	23.5	16.2	12.6	14.4
134	59	8.5	5.8	7.1	26.8	21.5	24.2	17.0	11.3	14.2
135	60	6.3	6.3	6.3	24.8	23.2	24.0	15.3	12.0	13.6
136	61	9.0	9.0	9.0	20.6	22.2	21.4	16.2	12.1	14.1
137	62	5.5	6.3	5.9	26.7	23.3	25.0	16.0	12.4	14.2
138	63	6.3	5.3	5.8	23.4	19.0	21.2	15.6	11.5	13.5
139	64	7.3	7.0	7.1	21.8	20.6	21.2	16.8	13.3	15.1
140	65	8.8	8.0	8.4	24.9	23.2	24.0	16.1	12.8	14.4
141	66	3.3	4.0	3.6	25.7	20.6	23.2	15.9	14.3	15.1
142	67	6.5	6.5	6.5	24.7	21.8	23.3	17.2	13.5	15.3
143	68	4.3	6.0	5.1	23.9	22.0	22.9	14.4	12.6	13.5
144	69	7.5	8.5	8.0	23.8	20.6	22.2	15.2	14.9	15.0
145	70	5.0	7.0	6.0	21.8	20.8	21.3	13.6	13.8	13.7
146	71	8.8	8.8	8.8	23.4	22.9	23.2	13.8	12.8	13.3
147	72	7.8	7.5	7.6	24.4	22.0	23.2	14.2	11.8	13.0
148	73	9.0	9.0	9.0	26.7	24.8	25.8	14.4	14.0	14.2
149	74	5.5	5.5	5.5	22.1	21.2	21.6	14.5	13.7	14.1
150	75	2.8	3.8	3.3	25.0	23.3	24.2	16.1	14.1	15.1
<b>Ortalama</b>		<b>7.0</b>	<b>7.0</b>	<b>7.0</b>	<b>24.6</b>	<b>22.9</b>	<b>23.7</b>	<b>15.8</b>	<b>13.3</b>	<b>14.6</b>
<b>AÖF</b>		Lokasyon: <b>ÖD</b> Genotip: <b>1.4 **</b> Gen. x Lok.: <b>1.9 **</b>			Lokasyon: <b>1.3 *</b> Genotip: <b>2.1**</b> Gen. x Lok.: <b>ÖD</b>			Lokasyon: <b>0.6 *</b> Genotip: <b>1.5 **</b> Gen. x Lok.: <b>2.2 **</b>		
<b>Çeşit Ortalaması</b>		<b>6.4</b>			<b>23.6</b>			<b>14.6</b>		

DYB: Diyarbakır, KZTP: Kızıltepe

### 3.5 İrmik Rengi (b değeri)

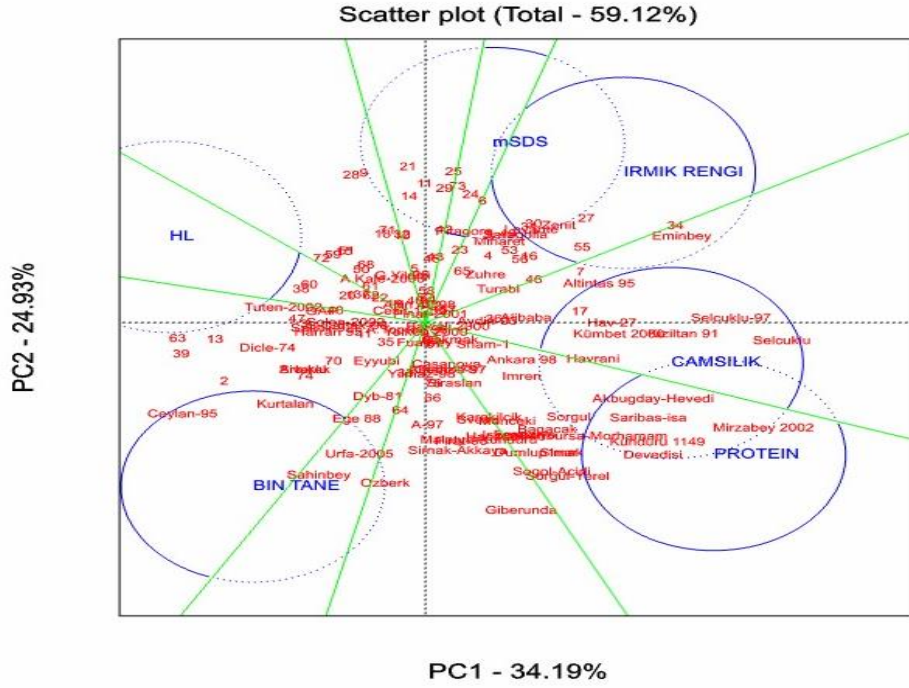
Tablo 7’de görüldüğü gibi yapılan bileşik analizde; lokasyonlar arasında %5, genotipler arasında %1 düzeyinde önemli farklar gözlenirken, genotip x lokasyon interaksyonunda önemlilik gözlenmemiştir. Renk değeri 18.9 – 28.4 arasında değişim gösterirken, en yüksek değer Zenit, en düşük değer ise Ceylan-95 çeşidinden elde edilmiştir. Diyarbakır lokasyonunun daha yüksek, Kızıltepe lokasyonunun ise daha düşük ırmik rengine sahip olması kısmen de olsa çevre koşullarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim [21], ırmik renginin daha çok genotipten ama kısmen de çevre koşullarından etkilendiğini; [23] da sulama işleminin ırmik rengi üzerinde olumsuz etki ettiğini bildirmişlerdir. İrmik renginin kalıtım derecesinin yüksek olmasının bir sonucu olarak genotip x lokasyon interaksyonu beklendiği gibi önemli çıkmamıştır. Nitekim [24], ırmik rengi üzerinde genotipin %86,6, çevrenin %8,5 ve diğer faktörlerin de %4,9 oranında etkili olduğunu bildirmiştir.

### 3.6 Protein Oranı (%)

Tablo 7’de görüldüğü gibi yapılan bileşik analizde; lokasyonlar arasında %5 düzeyinde önemli farklılık gözlenirken, genotip ve genotip x lokasyon interaksyonu %1 düzeyinde önemli farklılık göstermiştir. Protein oranı 12.7 – 17.7 arasında değişim gösterirken, en yüksek değer Devediş yerel popülasyonundan, en düşük değer ise 28 nolu hattın elde edilmiştir. Diyarbakır lokasyonu daha yüksek protein oranına sahip olmuştur. Yağışa dayalı şartlarda protein oranının sulu şartlara göre yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Genotipten ziyade çevreden daha çok etkilenen protein oranı Kızıltepe lokasyonunda daha düşük bir değere sahip olmuş, bunun da temel sebebinin yapılan sulama işlemi olduğu ifade edilebilir. Protein oranı da camsılık oranı gibi düşük-orta seviyede bir kalıtım derecesine sahip olup, çevre koşullarının etkisi altındadır. Bu durum genotip x lokasyon interaksyonunun önemli çıkmasını sağlamıştır. Nitekim [10], protein ve camsılık oranı gibi özelliklerin agronomi ve çevre koşullarınca etkilendiklerini bildirmiştir.

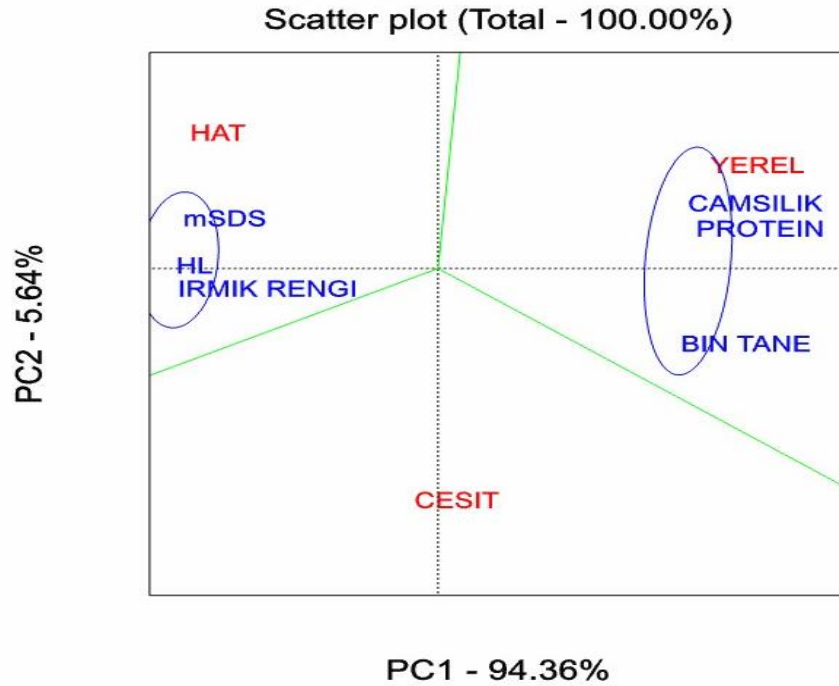
### 3.7 İncelenen Özelliklerin Biplot Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi

Biplot analiz yöntemi; özellikler arası, genotip-özellik ve özellik-çevre arasındaki ilişkileri görsel açıdan değerlendirmeye dayalı bir yöntem olup, son yıllarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [16, 25, 26, 27]. Elde edilen veriler üzerinden oluşturulan biplot grafikleri Şekil 1 ve 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Genotip x özellik ve özellikler arası ilişkiyi gösteren biplot grafiği

Şekil 1’de görüldüğü gibi, camsılık ve protein oranı 1. grupta yer alırken, mSDS ile irmik rengi 2. grupta yer almıştır. Bin tane ve hektolitreye ağırlıkları ise ayrı ayrı 3. ve 4. grubu oluşturmuşlardır. Bu sonuçlar protein/camsılık oranları ile irmik rengi/mSDS değerleri arasında bir paralellik olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Grup x özellik ilişkisini gösteren biplot grafiği

Şekil 2’de görüldüğü gibi hatlar hektolitre, mSDS ve ırmik rengi yönünden üstünlük gösterirken; yerel popülasyonlar bin tane ağırlığı, camsılık oranı ve protein içeriği açısından öne çıkmıştır. Çeşitler ise her iki grup kalite özelliklerine eşit uzaklıkta yer alıp, bu durum tüm kalite kriterleri değerlendirildiğinde çeşitlerin ortalama değerlere sahip olduğunu göstermektedir. Hatların ise makarna ve bulgurda çok fazla önemsenen ırmik rengi ve mSDS değeri bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

#### **4. SONUÇLAR**

Elde edilen sonuçlara göre, yerel popülasyonlar; protein oranı, camsılık oranı ve bin tane ağırlığı; kalite ağırlıklı seleksiyondan dolayı hatlar ise hektolitre ağırlığı, ırmik rengi ve mSDS yönünden üstünlük gösterirken, geçmişte daha çok verim yönünden seleksiyona tabi tutulmuş olan çeşitler herhangi bir özellik açısından üstünlük göstermemişlerdir. Yerel popülasyonların protein ve camsılık oranları ile bin tane ağırlığı yönünden üstünlük gösteren genotipler olmasından dolayı, bu genotiplerin önemli genetik kaynaklar olduğu ve ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanımı açısından önemli bir potansiyele sahip oldukları bu çalışma ile bir kez daha kanıtlanmıştır. Durum buğdayda kaliteyi geliştirmek üzere teknoloji kullanılarak yapılacak ıslah çalışmalarında, ata yadigarı yerel popülasyonların kullanılmasının önemi bir kez daha anlaşılmıştır.

#### **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma, ‘‘Türkiye’deki Durum Buğday Çeşitleri İle Bazı Yerel Popülasyon ve İleri Kademedeki Hatların Bulgurluk Kalitesi Yönünden Taranması’’ adlı Tübitak-1001 projesinin bir bölümü olup, verdiği destekten dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederiz. Ayrıca çalışma DÜPAP-14-ZF-91’ nolu proje ile desteklenmiştir.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

#### **YAZARLARIN KATKILARI**

Sertaç TEKDAL: Literatür inceleme, yöntemin tasarlanması ve planlanması, verilerin toplanması ve analizi, raporlama. Mehmet YILDIRIM: Literatür inceleme, yöntemin tasarlanması ve planlanması, verilerin toplanması ve analizi, raporlama.

## KAYNAKLAR

- [1] A. Ö. Sönmezoğlu, Mikrosatelit DNA belirleyicileri kullanılarak yerel makarnalık buğday çeşitlerinin tanımlanması, Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tokat, 2006.
- [2] M. Feldman, E.R. Sears, The Wild Gene Resources of Wheat. *Scientific American*, vol. 244, no. 102, pp.112. 1981.
- [3] S. Şehirali, M. Özgen, Bitki Genetik Kaynakları. Ankara Üniv., Ziraat Fak. Yayınları, No: 1020, Ankara. 1987.
- [4] T.G. Eserkaya, Yerel makarnalık buğday çeşitlerinin makarna kalitesini etkileyen gliadin genleri bakımından moleküler ve biyokimyasal analizleri, Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, 2010.
- [5] E. Sözen. K.Yağdı, Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Hatlarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fakülte Dergisi*, vol. 19, no. 2, s. 69-81, 2005.
- [6] S. Tekdal, E. Kendal, A. Altıkat, H. Aktaş, M. M.Karaman, 2011. İleri Kademe Durum Buğday Hatlarının (*Triticum durum* Desf.) Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *9. Tarla Bitkileri Kongresi*, Bursa, Bildiriler Kitabı,s. 280-283.
- [7] F. Kızılgöçü, M. Yıldırım, C. Akıncı, Ö. Albayrak, F. Basdemir, İleri Kademe Makarnalık Buğday Popülasyonlarının Verim ve Kalite Yönünden Seleksiyonda Kullanılabilirliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 10, no. 2, s. 62-68, 2015.
- [8] N. Budak, Heritability, correlation and genotype x year interactions of grain yield, test weight and protein content in Durum wheat. *Turkish J of Field Crops*, vol.5, no. 2, pp.35-41, 2000.
- [9] H. Kılıç, T. Yağbasanlar, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Makarnalık Buğday (*Triticum Turgidum ssp Durum*) Çeşitlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Genotipxçevre İnteraksiyonları Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi*, 13-17 Ekim, Diyarbakır, 2003.
- [10] A. Landi, Durum wheat, Semolina and Pasta Quality Characteristics for an Italian Food Company, Durum Wheat Quality in the Mediterranean Region. ICARDA, CHIEAM and CIMMYT, vol. 11, no. 22, pp.33-42, 1995.
- [11] F. Aydın, N. Koçak, A. Dağ, Bazı buğday çeşitlerinin Bulgur Kalitesinin Belirlenmesi üzerine bir Araştırma. *Buğday ve Mamülleri Sempozyumu*, 30 Kasım-3 Aralık 1993, Ankara, s. 310-317.



- [12] H. Kılıç, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Makarnalık Buğday (*Triticum Turgidum* ssp Durum) Çeşitlerinin Bazı Tarımsal Ve Kalite Özellikleri İle Stabilitesi Üzerine Araştırmalar, Doktora tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 2003.
- [13] M. Öztan, Buğdayda genotip x çevre etkileşimleri üzerine araştırmalar, Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1992.
- [14] S. Yüce, C. Konak, İ. Demir, M. Tosun, İ. Turgut, R. R. Akçalı, Ege Bölgesinde bazı ekmeklik çeşit ve hatlarında verim ve kimi özellikler üzerinde araştırmalar, *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, Tekirdağ, 17-21 Eylül, 2001.
- [15] H. Kılıç, T. Yağbasanlar, The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum) Cultivars, *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, vol. 38, no. 1, pp. 164-170, 2010.
- [16] M. Akçura, Y. Kaya, S. Taner, Genotype-environment interaction and phenotypic stability analysis for grain yield of durum wheat in the central Anatolia, *Turk J Agric For.*, vol. 29, no. 5, pp. 369-375, 2005.
- [17] C. J. Peterson, R. A. Graybosch, P. S. Baenziger, A. W. Grombacher, Genotype and environment effects on quality characteristics of hard winter wheat, *Crop sci.*, vol. 32, no. 1, pp. 98-103, 1992.
- [18] M. M. Nachit, M. Baum, A. Impiglia, H. Ketata, Studies on Some Grain Quality Traits in Durum Wheat Grown in Mediterranean Environments. *Proceedings International Symposium on Durum Wheat Quality in the Mediterranean Region*, Zaragoza, Spain, pp. 181-187, 1993.
- [19] N. P. Ames, J. M. Clarke, B. A. Marchylo, J. E. Dexter, S.M. Woods, Effect of environment and genotype on durum wheat gluten strength and pasta viscoelasticity, *Cereal Chemistry*, vol. 76, no. 4, pp. 582-586, 1999.
- [20] M. Altınbaş, M. Tosun, E. İlker 2007. Ekmeklik Buğdayda Sulu Koşullarda Verim ve Kalite için Seleksiyon Üzerine Genotip x Lokasyon Etkileşiminin Etkisi, Ege Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 44, no. 2, s. 17-32.
- [21] M. Taghouti, F. Gaboun, N. Nsarellah, R. Rhrib, M. El-Haila, M. Kamar, F. Abbad - Andaloussi S. M. Udupa, Genotype x Environment interaction for quality traits in durum wheat cultivars adapted to different environments, *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, no. 21, pp. 3054-3062, 2010.
- [22] F. J. El Haremein, A. El-Saleh, M. M. Nachit, Environmental Effect on Durum Wheat Grain Quality in Syria. *10th International Cereal and Bread Congress*, June 9-12 1996, Porto Carras, Greece.

- [23] S. Aydoğan, M. Şahin, A. G. Akçacık, M. Türköz, İleri makarnalık buğday hatlarının farklı çevrelerde verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 14, no. 4, s. 23-31, 2010.
- [24] F. Manthey, 2001. Durum Wheat [Online]. Available: [www.ag.ndsu.nodak.edu/plantsci/breeding/durum](http://www.ag.ndsu.nodak.edu/plantsci/breeding/durum).
- [25] W. Yan, M. S. Kang, *GGE Biplot Analysis. A Graphical Tool Breeders. Geneticists and Agronomists*. CRC Press. Florida, 2003.
- [26] E. Kendal, M. S. Sayar, S. Tekdal, H. Aktas, M. Karaman, Assessment of The Impact of Ecological Factors on Yield and Quality Parameters in Triticale Using Gge Biplot And AMMI Analysis, *Pak. J. Bot.*, vol. 48, no. 5, pp. 1903-1913, 2016.
- [27] H. Aktas, İ. Erdemci, M. Karaman, E. Kendal, S. Tekdal, Bazı kışlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri bakımından GGE biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi, *Tr. Doğa ve Fen Dergisi*, vol. 6, no. 1, 2017.



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Diyarbakır Şartlarında Bazı Kendilenmiş Mısır Hatlarının Değerlendirilmesi

### *Evaluation of Some Inbred Corn Lines in Diyarbakır Conditions*

Sevda KILINÇ<sup>1</sup> , Şehmus ATAKUL<sup>2</sup> , Şerif KAHRAMAN<sup>3,\*</sup> 

<sup>1,2,3</sup> GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, 21110, Diyarbakır, Türkiye

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

Alınış, 29 Eylül 2020  
Revize, 03 Ocak 2021  
Kabul, 25 Ocak 2021  
Online Yayınlama, 01 Nisan 2021

##### Anahtar Kelimeler

Adaptasyon, Bitki boyu,  
Kolerasyon, Tane verimi

#### ARTICLE INFO

##### Article History

Received, 29 September 2020  
Revised, 03 January 2021  
Accepted, 25 January 2021  
Available Online, 01 April 2021

##### Keywords

Adaptation, Plant height,  
Correlation, Grain yield

#### ÖZ

Bu çalışma, ülkesel mısır entegre ürün yönetimi projesi bölge verim ve adaptasyon çalışmaları kapsamında geliştirilen mısır genotiplerinin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Denemede 164 kendilenmiş mısır hattı ve 5 şahit çeşit 13 x 13 latis deneme deseninde 2 sıralı ve 2 tekerrürlü olarak 2013 yılında, Diyarbakır'da gözlem bahçesi denemesine alınmıştır. Deneme 2 sıra olarak hasat edilmiştir. Denemede; bitki boyu (264.8-353.8 cm), ilk koçan yüksekliği (103.5-152.3 cm), tepe püskülü çıkarma süresi (66.0-73.0 gün), tane/koçan oranı (%74.9-89.0) ve tane verimi (556-1391 kg/da) arasında değişmiştir. Denemede verim ortalaması 835 kg/da olmuştur. Sonuç olarak Diyarbakır ana ürün koşullarında 21 hat çeşit ortalamalarını geçmiştir.

#### ABSTRACT

This study was carried out to monitor the performance of corn genotypes developed in the scope of the researches for regional yield and adaptation of national corn integrated crop management. In this experiment, 164 testcross varieties and 5 control varieties included for observation garden trials of Diyarbakır in 2013 by 13x13 lattice experimental design with 2 rows and 2 replications. Trial was harvested as two rows. According to the findings of experiment; plant height ranged (264.8-353.8 cm), first ear height (103.5-152.3 cm), tasseling period (66.0-73.0 day), grain/ear ratio (74.9-89.0%) and grain yield (556-1391 kg/da). The average yield in the experiment was 835 kg/da. As a result, in Diyarbakır's main product conditions, 21 lines exceeded the variety averages.

\*Sorumlu Yazar

*E-posta Adresleri:* [sevda.kilinc@tarim.gov.tr](mailto:sevda.kilinc@tarim.gov.tr) (Sevda KILINÇ), [atakul@hotmail.com](mailto:atakul@hotmail.com) (Şehmus ATAKUL),

[mserif211@gmail.com](mailto:mserif211@gmail.com) (Şerif KAHRAMAN)

## 1. GİRİŞ

Mısır C4 bitkisi olup, kısa zamanda yüksek miktarda kuru madde oluşturma yeteneğine sahiptir. Mısır, dünyada olduğu gibi ülkemizde de sosyo-ekonomik öneme sahip bir bitkidir. Farklı türleri ve geniş adaptasyon özelliği ile yeryüzünde farklı ekolojilerde geniş ekim alanlarına sahiptir. Uygun çeşit seçimi için ıslah çalışmaları sonucu elde edilen çeşitlerin ve yeni tescil edilecek çeşit adaylarının adaptasyon kabiliyetlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Mısır tanesi yaklaşık olarak %70 nişasta, %10 protein, %5 yağ, %2 şeker, %1 kül içermekte, protein oranı ise çeşide bağlı olarak %6 ile %15 arasında değişmektedir [1]. Dünya tahıl üretiminde mısır, 1 147 milyon ton üretim ve ortalama 592 kg/da verimle birinci sıradadır [2]. Türkiye'nin geneli mısır tarımına uygun ve dekardan elde edilen verim, dünya ortalamasının üzerindedir. Ülkemiz 2019 yılı tane mısır ekim alanı 6 388 287 dekar, üretimimiz 6.000.000 ton ve verim ortalaması ise 940 kg/da'dır. Diyarbakır ili tane mısır ekim alanı 2019 yılında 208 638 dekar, üretim ise 229 295 ton olup, ortalama verim 1 099 kg/da'dır [3].

Ülkemizde ekimi yapılan hibrit tane mısır tohumlarının %90'ından fazlası yabancı firmalar tarafından ıslah edilmiş tohumlardan oluşmaktadır. Mısır tohumunda tekelleşmenin önüne geçmek, milli tohumculukta yerli tohum kullanımının oranını arttırmak için yerli firma ve kurumlar tarafından ıslah çalışmaları artarak devam etmelidir. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı araştırma kuruluşları mısır ıslahında ülkesel bazda ıslah çalışmaları yürütmektedir. Islah çalışmaları kapsamında melezleme ve adaptasyon çalışmaları yürütülmektedir. GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezinde diğer araştırma kuruluşlarında melezlemesi yapıldıktan sonra kendileme yapılarak saflaştırılan hatlar ve piyasadaki çeşitler ile adaptasyon denemeleri yürüterek yeni yerli çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Gül ve ark. [4], Diyarbakır'da yürüttükleri çalışmada korelasyon analizi sonucunda tane verimi ile tepe püskülü çiçeklenme süresi, bitki boyu, koçan çapı arasında olumlu ve önemli (% 1) bir ilişkinin olduğunu, koçanda tane verimi arasında olumlu ve önemli (% 5) bir ilişkinin olduğunu, ilk koçan yüksekliği, koçan boyu, bin tane ağırlığı arasında olumlu ve önemsiz bir ilişki saptadıklarını belirtmişlerdir Kalkan [5], Konya şartlarında 3 adet hibrit mısır çeşidiyle yürüttüğü çalışmada; çeşitlerin bitki boyunun 226-272 cm, bin tane ağırlığının 349.0-451.5 g, tane/koçan oranının %84.57-86.87 ve tane veriminin 1282-1770 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Soylu ve ark. [6], Konya koşullarında yürüttükleri çalışmada; tane veriminin 650-1037 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çetin [7], ana ürün tane mısırdaki yürüttüğü çalışmada, bütün lokasyonlardaki genotiplerin; bitki boyunun 261.5-295.2 cm, ilk koçan yüksekliğinin 112.6-140.6 cm, tane veriminin 1209-1436 kg/da, tane/koçan oranının %83.5-89.0, bin tane ağırlığının 303.5-354.7 g ve hasatta tane neminin %15.6-18.5 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Özsisli [8], Kahramanmaraş'ta ana ürün olarak yetiştirilen farklı mısır çeşitlerinde yaptığı araştırmada; tepe püskülü çıkarma süresinin 67.25-75.50 gün, bitki boyunun 161.12-200.25 cm, ilk koçan yüksekliğinin 73.75-96.0 cm, bin tane ağırlığının 270.10-340.61 g, dekara tane veriminin 803-1.037 kg, hasatta tane neminin %10.37-11.85 arasında değiştiğini bildirmiştir. Özcan ve ark. [9], Konya koşullarında yürüttükleri çalışmada; mısır genotiplerinin çiçeklenme sürelerinin 71.3-76.7 gün, bitki boylarının 222-296 cm, ilk koçan yüksekliklerinin 82-122 cm, tane/koçan oranlarının %71.1-87.8, hasatta tane nemlerinin %16.6-32.8 ve tane verimlerinin ise 490-1390 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Şanlı [10], 2010 yılında Konya'da yürüttüğü çalışmada; melezlerin tane/koçan oranlarının %81.56-85.36 arasında, tanede nem değerlerinin %16-21 ve dekara tane verimlerinin 809-1703 kg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Kahraman ve ark. [11], Diyarbakır ana ürün koşullarında yürüttükleri araştırmada; mısır genotiplerinin bitki boyunun 237-356 cm, ilk koçan yüksekliğinin 97-172 cm, çiçeklenme gün sayısının 63.6-70.6 gün, tane/koçan oranının %73.4-87.9, 1000 tane ağırlığının 307-385 g ve tane verimlerinin 488-1333 kg/da (SASA-18) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kahraman [12], Diyarbakır ana ürün şartlarında yürüttüğü çalışmada; tepe püskülü çıkarma süresinin 75.7-80.3 gün, bitki boyunun 233.9-277.3 cm, ilk koçan yüksekliğinin 79.8-125.1 cm, tane/koçan oranının %83.6-88.0, 1000 tane ağırlığının 287.1-378.6 g, hasatta tane neminin %13.16-16.75, hektolitre ağırlığının 77.09-81.76 kg, ham yağ oranının %3.19-4.57, ham protein oranının %7.96-8.62, nişasta oranının %71.51-72.95 ve tane veriminin 1278.7-1580.2 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Ana üründe, tane verimi ile ele alınan tüm özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için yapılan korelasyon analizinde; tane verimi ile klorofil miktarı, koçan sayısı, koçan kalınlığı, koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı, bitkide koçan sayısı, tane/koçan oranı, tek bitki verimi, 1000 tane ağırlığı arasında %1'e göre olumlu ve önemli ilişki tespit edilirken, tane verimi ile hasatta bitki sayısı, koçan uzunluğu ve hektolitre ağırlığı arasında %5'e göre olumlu ve önemli bir ilişki tespit edilmiştir. Diğer taraftan tane verimi ile ilk koçan yüksekliği, sap kalınlığı, bitkide yaprak sayısı, ham protein oranı, nişasta oranı, koçan görünümü, koçan ucu kapalılığı ve yaprakta kıvrılma oranı arasında olumlu ve önemsiz ilişki tespit edilirken, tane verimi ile tepe püskülü çıkarma süresi, koçan püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, hasatta tane nemi, ham yağ oranı, rastıklı bitki sayısı, bitki görünümü ve yaprak dikliği arasında olumsuz ve önemsiz bir ilişki tespit edilmiştir.

Acar ve ark. [13], Kahramanmaraş koşullarındaki araştırmalarında; mısır genotiplerinin bitki boyunun 237-270 cm, ilk koçan yüksekliğinin 85-114 cm, çiçeklenme gün sayısının 64-67 gün,

tane/koçan oranının %81.79–88.79 ve tane verimlerinin 1084-1384 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kahraman ve ark. [14], Diyarbakır ana ürün şartlarında 2013 yılında yürüttükleri araştırmada; bitki boyunun 260.7-363.2 cm, ilk koçan yüksekliğinin 96.5-169.0 cm, tane/koçan oranının %78.6-91.4, 1000 tane ağırlığının 247-395 g, nem oranının %8.1-11.8 ve tane veriminin 685.4-1318.9 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kılınç ve ark. [15], Diyarbakır ana ürün şartlarında yürüttükleri araştırmada; tepe püskülü çıkarma süresinin 65.25-68.50 gün, bitki boyunun 251.8-282.3 cm, ilk koçan yüksekliğinin 88.0-104.7 cm, tane/koçan oranının % 85.6 -88.5 ve tane veriminin 1232.61-1518.10 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Gür ve Kara [16], Trabzon koşullarında yürüttükleri araştırmada; en yüksek tane veriminin P1429 (1113,3 kg/da) ve P1547 (1019,7 kg/da) çeşitlerinden, en düşük tane veriminin ise Bora çeşidinden (698,2 kg/da) elde edildiğini bildirmişler, korelasyon analiz sonuçlarına göre, mısırdaki tane verimi ile koçanda tane sayısı ( $r=0.832^{**}$ ), koçan ağırlığı ( $r=0.6789^{**}$ ) ve koçan boyu ( $r=0.555^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif ilişkiler belirlediklerini, tane verimi ile bitki boyu, koçan çapı, hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı arasındaki ilişkilerin önemsiz çıktığını bildirmişlerdir.

Günümüzde ıslah çalışmaları sonucu, verim ve tarımsal karakterler bakımından üstünlük gösteren yeni çeşitler geliştirilmektedir. Bu çalışma ıslah çalışmalarında kullanılan kendilenmiş mısır hatlarının yoklama melezi yöntemine uygun şekilde melezlenmesiyle oluşturulan genotiplerde verim ve diğer bazı özellikleri yönüyle incelemek, yerli ıslah çalışmalarının planlanması ve yönlendirilmesine yardımcı olmak amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

2012 yılında Konya şehrinde bulunan Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ndeki ıslahçılar tarafından geliştirilmiş 177 adet kendilenmiş mısır hattı Fr Mo 17 ile yoklama melezi tabii tutularak toplam 177 melez mısır kombinasyonu elde edilmiştir. Bu kombinasyondan elde edilen 164 hat ve 5 şahit çeşit kurumumuza gönderilerek denemede materyal olarak kullanılmıştır. 13 x 13 latis deneme deseninde 2 sıralı ve 2 tekerrürlü olarak 2013 yılında Diyarbakır'da yoklama melezi gözlem bahçesinde denemeye alınmıştır. Deneme 2 sıra olarak hasat edilmiştir. Denemede ekim işlemi, sıra üzeri 20 cm, sıra arası 70 cm ve sıra uzunluğu 5 metre olacak şekilde 12.05.2013 tarihinde elle yapılmıştır.

Deneme tarlası, sonbaharda pulluk ile işlenmiş, ilkbaharda kültivatör ve rotovatör ile işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimden önce dekara saf 10 kg N ve 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gelecek şekilde 20-20-0 kompoze gübre verilmiştir. Çıkıştan sonra bitkiler iki defa çapalanmış (ilk çapa elle, ikinci çapa traktörle) ve gerekli görüldükçe sulama (ilk sulamalar yağmurlama, sonraki sulamalar karık usulü) yapılmıştır. Üst gübre olarak amonyum nitrat formunda dekara saf 10 kg N uygulanmıştır. Hasat Ekim

ayının ikinci haftasında elle yapılmıştır. Yabancı ot ve zararlılara karşı ilaçlama yapılmamıştır. Deneme yerinde 0-20 cm derinlikten alınan ve GAPUTAEM toprak laboratuvarında analize tabi tutulan toprak örneklerinin; toprak bünyesi killi-tınlı, organik madde kapsamı %0.78, yararlı fosfor miktarı 1.43 kg/da, toplam tuz oranı %0.092, toprak pH'sı 7.6 ve kireç oranı %9.5 bulunmuştur. Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır ili, yazları sıcak ve kurak geçmekte olup, yağışların büyük kısmı sonbahar, kış ve ilkbaharda düşmektedir.

**Tablo 1.** Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır iline ait önemli meteorolojik parametreler [17]

Meteorolojik Parametreler	Yıllar	Aylar					
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama Sıcaklık (°C)	2013	19.1	26.8	31.3	30.5	24.4	16.9
	U. yıllar	19.3	26.3	31.2	30.3	24.8	17.2
Ortalama mak. Sıcaklık (°C)	2013	27.3	34.9	38.4	38.1	32.1	25.0
	U. yıllar	26.5	33.7	38.4	38.1	33.2	25.2
Aylık ortalama yağış	2013	98.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	U. yıllar	41.3	7.9	0.5	0.4	4.1	34.7
Ortalama nispi nem (%)	2013	61.2	27.1	19.2	19.1	25.0	28.3
	U. yıllar	56.0	31.0	27.0	28.0	32.0	48.0

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Denemede incelenen bütün özelliklerde genotipler arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Tepe püskülü çıkarma süresi bakımından en yüksek değeri KYM12.192 (73 gün) ve en düşük değeri ise KYM12.094 (66 gün) genotipi almıştır. Denemede ortalama tepe püskülü çıkarma süresi 69.6 gün bulunmuştur (Tablo 2). Aynı genotiplerle yapılan erken ekimlerde (Mart ve Nisan aylarında) toplam sıcaklık isteğinin uzun süre sağlanamamasından kaynaklı püskül çıkarma süreleri artmaktadır. Geççi genotiplerin genellikle verim potansiyelleri yüksek olmasına rağmen, bölgemizde çiçeklenme dönemi yüksek sıcaklığa denk geldiği için, orta geççi çeşitler çoğunlukla tercih edilmektedir.

Genotiplerin bitki boyu 264.8 cm (KYM12.061) ile 353.8 cm (KYM12.175) arasında değişim göstermiştir. Denemede bitki boyu ortalaması 298.6 cm bulunmuştur (Tablo 2). Özellikle bitki boyu yüksek olan genotiplerin silajlık mısır ıslahında da değerlendirilebilme potansiyeli vardır.

Genotiplerin ilk koçan yüksekliği 103.5 cm (KYM12.195) ile 152.3 cm (KYM12.028) arasında değişim göstermiştir. Denemede ilk koçan yüksekliği ortalaması 126.9 cm bulunmuştur (Tablo 2). İlk koçan yüksekliklerinin 100 cm civarında olması tercih edilmektedir.

Genotiplerin tane/koçan oranı %74.9 (KYM12.072) ile %89.0 (KYM12.176) arasında değişim göstermiştir. Denemede tane/koçan oranı ortalaması %83.9 bulunmuştur (Tablo 2). Tane koçan oranını yüksek çıkması tane veriminin de yüksek çıkmasına olumlu etki etmektedir.



Denemede verim ortalaması 835 kg/da olurken, şahit çeşitlerin verimleri 813 kg/da (Sakarya) ile 1061 kg/da (ADA9516) arasında değişmiştir. Yoklama melezlerinin verimleri ise 556 kg/da (KYM12.009) ile 1391 kg/da (KYM12.176) arasında değişmiştir. Şahit çeşitlerin verim ortalaması 974 kg/da olmuş ve 21 hat çeşit ortalamalarını geçmiştir (Tablo 2). Tane verimi çevre faktörlerine, çeşit ve hatların genetik özelliğine ve uygulamalara göre değişebilmektedir. Nitekim daha önce Diyarbakır'da yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur [14].

**Tablo 2.** Mısır genotiplerinde gözlemlenen özelliklere ait ortalamalar

Sıra No	Genotip	Tepe püskülü çıkarma süresi (gün)	Bitki Boyu (cm)	İlk Koçan Yük. (cm)	Tane/Koçan Oranı (%)	Verim (kg/da)
1	KYM12.001	68.5	274.8	111.3	83.2	1365
2	KYM12.002	67.0	290.8	122.8	82.7	900
3	KYM12.004	67.0	279.8	113.0	84.7	1028
4	KYM12.005	69.5	279.5	116.0	77.7	629
5	KYM12.006	70.5	283.5	110.8	83.0	924
6	KYM12.007	70.5	296.0	124.8	82.2	829
7	KYM12.008	70.0	294.0	118.0	84.8	805
8	KYM12.009	69.5	284.5	104.8	75.2	556
9	KYM12.010	69.5	297.3	117.0	82.2	606
10	KYM12.011	68.0	271.3	114.5	82.1	732
11	KYM12.012	68.5	282.5	114.5	83.8	757
12	KYM12.013	67.5	268.3	109.5	85.1	928
13	KYM12.014	67.0	294.0	133.5	84.3	966
14	KYM12.015	69.5	299.0	121.5	83.2	766
15	KYM12.016	70.0	298.3	135.3	84.7	1013
16	KYM12.017	70.0	286.3	118.5	80.0	571
17	KYM12.018	70.5	307.0	125.0	83.4	815
18	KYM12.019	72.0	274.3	117.8	87.3	986
19	KYM12.020	71.0	310.3	129.5	84.3	954
20	KYM12.021	70.5	299.0	123.8	84.3	885
21	KYM12.022	71.5	286.5	124.0	84.4	934
22	KYM12.023	69.5	299.5	132.5	84.8	971
23	KYM12.024	70.0	292.3	121.8	82.2	768
24	KYM12.025	69.5	293.0	117.8	84.1	945
25	KYM12.026	69.5	303.5	137.5	85.1	1000
26	KYM12.027	69.5	304.5	139.3	84.7	829
27	KYM12.028	70.5	323.3	152.3	86.1	1043
28	KYM12.029	70.5	289.3	123.3	83.9	1064
29	KYM12.031	70.0	277.8	109.5	84.7	974
30	KYM12.032	71.0	302.0	121.0	84.2	775
31	KYM12.033	71.5	301.8	112.3	82.0	760
32	KYM12.034	68.0	297.0	120.8	83.3	792
33	KYM12.037	69.5	312.5	141.0	84.7	855
34	KYM12.039	69.5	297.0	129.3	83.5	721



35	KYM12.040	71.0	295.0	122.8	81.9	705
36	KYM12.042	72.0	298.3	128.5	84.1	834
37	KYM12.043	70.5	280.0	110.3	85.4	1036
38	KYM12.044	70.5	301.8	130.8	83.4	807
39	KYM12.045	68.5	302.5	124.5	84.1	810
40	KYM12.046	69.0	296.3	131.5	83.6	793
41	KYM12.047	70.5	299.5	119.5	85.3	1017
42	KYM12.048	70.5	289.0	120.8	84.6	965
43	KYM12.049	69.5	281.8	106.3	85.1	906
44	KYM12.050	70.0	289.0	113.5	83.8	839
45	KYM12.051	67.0	303.0	131.8	85.5	911
46	KYM12.052	70.0	299.8	125.5	84.7	833
47	KYM12.053	68.0	288.0	119.5	83.5	789
48	KYM12.054	69.5	287.8	130.3	86.9	1072
49	KYM12.055	71.0	295.0	119.3	80.5	756
50	KYM12.056	71.0	296.3	121.5	80.5	741
51	KYM12.057	71.5	299.3	132.0	81.9	757
52	KYM12.058	70.0	300.5	137.8	83.1	763
53	KYM12.059	71.5	288.0	129.5	81.7	781
54	KYM12.060	70.0	291.0	134.3	82.8	744
55	KYM12.061	67.0	264.8	105.3	85.3	800
56	KYM12.064	70.0	285.5	121.8	83.8	807
57	KYM12.065	67.5	289.0	122.0	85.2	886
58	KYM12.066	69.0	298.3	128.0	84.9	878
59	KYM12.067	68.0	294.0	127.5	84.7	865
60	KYM12.068	69.5	292.0	128.5	80.1	694
61	KYM12.069	70.0	308.3	137.3	83.7	720
62	KYM12.070	70.0	277.0	111.5	83.3	728
63	KYM12.071	68.5	270.5	107.0	79.5	753
64	KYM12.072	69.0	305.5	132.3	74.9	559
65	KYM12.073	69.5	311.5	138.3	83.7	622
66	KYM12.074	70.0	308.8	146.8	84.4	836
67	KYM12.075	69.5	291.5	129.8	82.3	769
68	KYM12.076	69.0	294.3	124.8	86.6	1044
69	KYM12.077	70.0	306.3	131.3	84.1	712
70	KYM12.078	70.0	316.0	142.8	82.2	756
71	KYM12.079	71.0	308.3	133.5	83.3	715
72	KYM12.081	68.5	300.3	131.3	84.5	748
73	KYM12.083	70.0	303.0	117.5	82.7	616
74	KYM12.084	69.5	290.3	118.0	85.1	735
75	KYM12.085	70.0	291.8	122.5	83.3	746
76	KYM12.086	67.5	295.5	135.5	83.2	760
77	KYM12.087	69.5	293.5	112.8	81.8	575
78	KYM12.088	70.0	299.3	127.3	81.7	702
79	KYM12.089	70.5	311.0	132.0	83.3	821
80	KYM12.091	69.5	293.3	123.5	82.3	650
81	KYM12.093	70.0	285.8	121.8	83.9	797

82	KYM12.094	66.0	281.3	116.3	86.7	822
83	KYM12.095	69.0	301.3	131.3	84.4	797
84	KYM12.096	67.5	309.5	137.3	83.2	722
85	KYM12.097	70.0	321.5	145.8	83.2	830
86	KYM12.098	69.5	313.3	144.8	83.3	872
87	KYM12.099	69.0	288.8	117.0	82.5	714
88	KYM12.101	70.0	301.0	135.0	83.7	927
89	KYM12.102	69.5	326.8	136.0	87.0	712
90	KYM12.103	70.5	308.3	141.3	84.5	908
91	KYM12.104	69.0	313.8	132.0	85.6	968
92	KYM12.105	69.5	303.8	115.0	85.5	908
93	KYM12.106	71.5	296.0	119.3	85.2	938
94	KYM12.107	70.0	303.5	134.0	83.5	815
95	KYM12.108	69.5	310.3	128.3	82.2	777
96	KYM12.109	69.0	316.3	148.3	82.2	782
97	KYM12.110	69.5	302.0	125.3	84.3	801
98	KYM12.111	69.5	308.0	132.8	85.2	868
99	KYM12.112	69.5	311.5	137.3	82.5	754
100	KYM12.113	70.0	303.5	133.0	85.3	879
101	KYM12.114	70.0	304.0	126.5	84.9	813
102	KYM12.117	72.5	304.8	126.8	82.4	669
103	KYM12.118	69.0	295.0	120.0	85.8	623
104	KYM12.120	69.0	285.0	126.8	82.7	604
105	KYM12.121	68.5	304.5	127.3	85.4	695
106	KYM12.123	69.5	295.3	130.8	84.7	736
107	KYM12.126	69.0	298.5	129.5	85.2	827
108	KYM12.127	70.0	304.0	122.8	84.4	793
109	KYM12.128	68.0	300.3	125.0	86.2	907
110	KYM12.129	69.5	305.8	128.5	86.7	930
111	KYM12.131	70.5	318.8	130.8	86.5	934
112	KYM12.132	68.0	286.3	122.0	86.7	756
113	KYM12.136	70.5	302.5	137.5	84.4	846
114	KYM12.138	71.0	297.8	134.8	80.6	776
115	KYM12.139	70.0	301.5	130.5	83.6	810
116	KYM12.140	70.0	323.5	143.5	81.7	584
117	KYM12.141	70.5	326.5	136.3	81.0	571
118	KYM12.142	70.5	314.8	130.0	82.9	821
119	KYM12.143	69.0	302.5	137.8	84.2	879
120	KYM12.144	67.0	306.3	136.8	84.4	805
121	KYM12.145	69.0	300.3	133.3	83.2	669
122	KYM12.146	67.5	312.5	144.5	84.8	900
123	KYM12.147	69.0	303.5	126.3	82.3	773
124	KYM12.148	67.5	280.5	117.5	85.5	861
125	KYM12.149	70.0	308.5	130.0	81.9	780
126	KYM12.150	70.5	304.5	128.8	84.7	799
127	KYM12.151	69.5	290.8	126.0	84.1	690
128	KYM12.152	70.0	288.8	120.3	83.9	1046

129	KYM12.153	69.5	311.8	139.0	84.5	896
130	KYM12.156	69.0	303.5	124.5	85.6	817
131	KYM12.157	70.5	304.0	133.5	85.8	897
132	KYM12.158	69.5	304.0	122.3	85.0	856
133	KYM12.159	70.0	328.3	152.0	86.8	875
134	KYM12.160	67.5	311.5	132.3	86.7	1022
135	KYM12.161	69.5	332.8	139.3	87.0	1012
136	KYM12.163	69.0	306.3	126.3	86.4	840
137	KYM12.166	70.5	312.3	145.3	86.1	979
138	KYM12.168	70.0	303.8	131.8	84.6	786
139	KYM12.169	68.0	292.8	143.3	86.4	1112
140	KYM12.170	69.5	312.8	131.8	83.9	889
141	KYM12.171	70.5	291.0	126.3	83.8	849
142	KYM12.172	70.0	300.5	129.3	82.8	973
143	KYM12.173	71.0	305.0	129.0	82.7	860
144	KYM12.174	69.5	296.8	111.0	84.4	865
145	KYM12.175	67.5	353.8	141.3	84.0	1025
146	KYM12.176	69.5	284.5	124.8	89.0	1391
147	KYM12.177	69.5	314.0	141.8	84.4	959
148	KYM12.178	70.0	303.8	127.0	84.6	810
149	KYM12.179	71.0	297.3	134.5	84.3	904
150	KYM12.180	71.5	289.8	115.3	83.0	748
151	KYM12.181	72.0	286.3	126.3	81.7	722
152	KYM12.182	66.5	276.5	121.3	85.7	893
153	KYM12.183	69.0	305.5	131.3	84.5	622
154	KYM12.184	67.0	267.3	108.5	84.1	708
155	KYM12.185	68.5	291.3	118.3	83.4	651
156	KYM12.187	70.0	299.3	124.3	86.6	943
157	KYM12.189	68.0	302.5	128.5	86.4	1000
158	KYM12.190	70.5	288.0	127.5	83.9	1072
159	KYM12.192	73.0	330.0	136.5	83.7	746
160	KYM12.193	70.0	282.5	105.8	86.1	931
161	KYM12.194	71.5	298.8	115.0	84.0	768
162	KYM12.195	71.5	273.3	103.5	81.7	1030
163	KYM12.196	71.5	313.8	143.0	83.7	928
164	KYM12.197	69.5	294.5	108.5	81.5	572
165	ADA9516	70.0	321.0	148.0	86.5	1061
166	DKC6589	71.5	299.3	128.0	86.9	989
167	P31A34	71.0	286.5	117.8	85.7	963
168	P31G98	70.5	298.5	121.8	88.1	1046
169	SAKARYA	70.5	285.3	121.8	83.2	813
Deneme	ortalaması	69.6	298.6	126.9	83.9	835
Çeşitlerin	ortalaması	70.7	298.1	127.5	86.1	974
	C.V.	2.47	5.58	9.74	3.31	22.2
	LSD	Ö.D	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Yapılan korelasyon analizinde; tane verimi ile tane/koçan oranı, bitki boyu ve ilk koçan yüksekliği arasında %1'e göre olumlu ve önemli ilişki tespit edilirken, tane verimi ile tepe püskülü çıkarma süresi arasında olumsuz ve önemsiz bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Tane verimi ile incelenen diğer özellikler arasındaki ikili ilişkilerin belirlenmesi

	Tepe püskülü çıkarma süresi	Bitki boyu	İlk koçan yüksekliği	Tane/koçan oranı
Bitki boyu	0,2391**			
İlk koçan yük.	0,1318*	0,7739**		
Tane/koçan oranı	-0,1816**	0,1129*	0,1666**	
Tane verimi	-0,0649	0,1748**	0,2546**	0,6177**

\*\* 0.01' göre, \* 0.05' e göre önemli.

#### 4. SONUÇLAR

Bölgesel ve ülkesel ıslah çalışmalarında yüksek verimli ve kaliteli mısır çeşitlerinin tescil edilebilmesi için kendilenmiş mısır hatlarının uygun şekilde melezlenmesiyle önce gözlem bahçesi (ön verim denemesi) şeklinde denemeler kurularak çok sayıda hattan şahit çeşitlerin ortalamasını geçenler, ya da beğendiğimiz bazı özellikleri olan hatlar daha sonra farklı lokasyonlarda sırasıyla, verim denemelerine, bölge verim denemelerine ve tescil denemelerine alınarak istediğimiz özelliklere uygun hatlar tescil edilirler. Bu çalışmamızda da 164 hat ile kurulan denemede 21 hat çeşitlerin ortalamalarını geçerken, 4 hat (KYM12.176, KYM12.00, KYM12.176, KYM12.190) en iyi çeşidin (ADA9516) verimini geçmiştir. KYM12.176 hattı verim ve tane/koçan oranı en yüksek hat olmuştur.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından (Proje Numarası: TAGEM/TBAD/09/A12/P03/002) desteklenmiştir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### YAZARLARIN KATKILARI

Sevda KILINÇ: Veri toplama, verinin düzenlenmesi, denemenin bakım işlerinin yürütülmesi, liderlik sorumluluğu. Şehmus ATAKUL: Metodoloji, denemelerin takibi, yazma-inceleme, düzenleme ve gözetim. Şerif KAHRAMAN: Veri toplama, analiz, verinin düzenlenmesi ve yayım aşaması.

## KAYNAKLAR

- [1] E. Kün, *Sıcak İklim Tahılları*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 953, Ankara, 1985.
- [2] FAO, (2018). Erişim Tarihi: 03.09.2020. [Online]. [www.fao.org/faostat/en/#data/QC](http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC)
- [3] TÜİK, 2019. Erişim Tarihi: 03.09.2020. [Online]. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- [4] İ. Gül, C. Akıncı ve H. Baytekin, Diyarbakır Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler ile Karakterler Arasındaki İlişkilerin Saptanması. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 2, no. 3, s. 31-40, 1998.
- [5] M. Kalkan, Farklı Olum Grupları ve Hasat Tarihlerinde Verim, Verim Ögeleri ile Besin Değerleri ve Aflatoksin Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 2008.
- [6] S. Soylu, H. Akman ve B. Gürbüz, Konya Sarayönü Koşullarında Tane Mısır Yetiştiriciliği Üzerine Bir Araştırma, *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, (2008) 776-781. 2-5 Haziran, Konya/Türkiye.
- [7] A. Çetin, Mısırdaki Verim ve Verim Unsurları Yönüyle Genotip X Çevre İnteraksiyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 2009.
- [8] B. Özsisli, Kahramanmaraş Koşullarında Birinci ve İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Farklı Mısır Çeşitlerinde Verim Ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 2010.
- [9] G. Özcan, M. Tezel, A. Güneş, Ş. Işık, Ş. Aksoyak, B. Sade, Yeni Geliştirilen Bazı Mısır Genotiplerinin Konya Şartlarına Uygunluğunun Belirlenmesi. *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi*, (2013) Cilt 1, 654-659, 10-13 Eylül, Konya, Türkiye.
- [10] H. M. Şanlı, Kendilenmiş Atdışi Mısır (*Zea Mays Indentata Sturt.*) Hattının Diallel Melezlerinde Bazı Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Kalıtımı, Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 2013.
- [11] Ş. Kahraman, Ş. Atakul, S. Kılınç, Tek melez mısır genotiplerinin Diyarbakır şartlarındaki performanslarının belirlenmesi, *DUFED*, vol. 4, no. 2, s. 77-82, 2015.
- [12] Ş. Kahraman, Diyarbakır Koşullarında Ana ve İkinci Ürün Tane Mısır Tarımında Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özellikler Üzerine Araştırmalar, Doktora tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır, 2016.

- [13] N. Acar, M. F. Yılmaz, R. Kara, Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Tane Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (Özel Sayı), s. 80–85, 2017.
- [14] Ş. Kahraman, Ş. Atakul, S. Kılınç, Aday Hibrit Mısır Genotiplerinin Diyarbakır Ana Ürün Koşullarında Adaptasyonlarının Belirlenmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araş. Ens. Dergisi*, vol. 26, no. 2, s.153-160, 2017.
- [15] S. Kılınç, Ç. Karademir, Z.Ö. Ekin, Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *KSÜ Tar. Doğa Dergisi*, vol. 21, no. 6, s.809-816, 2018, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.463813.
- [16] İ. Gür, B. Kara, Performances of some hybrid dent corn cultivars (*Zea mays indentata* Sturt) in Trabzon ecological conditions. *BSJ Agri*, vol. 2, no. 2, pp. 103-108, 2019.
- [17] *Anonim*, (2013). Available: Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları.



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Bazı Geofitlerin İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile Makro ve Mikro Element Analizi

### Macro and Micro Element Analysis of Some Geophytes by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)

Adil UMAZ<sup>1,2,\*</sup>, Fırat AYDIN<sup>2</sup>, Mehmet FIRAT<sup>3</sup>, Abdulselam Ertaş<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 47200, Mardin, Türkiye

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 65080, Van, Türkiye

<sup>4</sup>Dicle Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakogenezi Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

Alınış, 02 Mart 2021

Revize, 11 Mart 2021

Kabul, 12 Mart 2021

Online Yayınlama, 01 Nisan 2021

##### Anahtar Kelimeler

Makro ve mikro elementler,  
Geofitler, Bazı yenilebilir ve süs  
bitkileri, ICP-MS

#### ARTICLE INFO

##### Article History

Received, 02 March 2021

Revised, 11 March 2021

Accepted, 12 March 2021

Available Online, 01 April 2021

##### Keywords

Macro and micro elements,  
Geophytes, Some edible and  
ornamental plants, ICP-MS

#### ÖZ

Bu çalışmada, yenilebilir ve süs bitkisi olarak kullanılan geofit olan *Allium kharputense*, *Allium pseudo ampeloprasum*, *Allium rhetoreanum*, *Allium shatakiense*, *Allium vineale*, *Eremurus spectabilis*, *Fritillaria persica* ve *Tulipa sintenisii* türlerinin Na, K, Mg, Fe, Al, Se, Li, Ba, Be, Cu, Co, Cd, Cr, Mn, Ni, Zn, Pb, B, Mo ve Ti elementlerinin metal içeriği ICP-MS ile tayin edilmiştir. Çalışmada kullanılan türlerin toprak üstü kısımlarından oluşan örnekler ICP-MS ile analiz edilmeden önce mikrodalga çözünürleştirme işlemine tabi tutulmuş ve nitrik asit ve hidrojen peroksit ilave edilerek hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan türlerin metal analiz sonuçlarına göre tüm türler değerlendirildiğinde, *A. kharputense* türünün Na (3054 mg/kg) ve Ba (52.68 mg/kg), *F. persica* türünün K (60065 mg/kg), Cu (18.58 mg/kg), Zn (68.14 mg/kg) ve Mo (2.65 mg/kg), *T. sintenisii* türünün Fe (2285 mg/kg), Cr (8.19 mg/kg), Mn (91.89 mg/kg), Ni (14.82 mg/kg), Pb (3.24 mg/kg), Mg (30505 mg/kg), Al (2556 mg/kg), Ti (183 mg/kg), Se (49.56 mg/kg), Li (2.69 mg/kg), Be (0.05 mg/kg) ve Co (2.58 mg/kg), *A. vineale* türünün Cd (4.69 mg/kg), *E. spectabilis* bitkisinin B (255 mg/kg) metal içeriği daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *A. rhetoreanum*, *A. shatakiense*, *A. vineale*, *E. spectabilis*, *F. persica* ve *T. sintenisii* türlerinin Cd içeriği WHO'ya göre yüksek bulunurken, Pb içerikleri düşük olduğu tespit edilmiştir.

#### ABSTRACT

In this study, metal contents of Na, K, Mg, Fe, Al, Se, Li, Ba, Be, Cu, Co, Cd, Cr, Mn, Ni, Zn, Pb, B, Mo, and Ti elements of species *Allium*

\*Sorumlu Yazar

**E-posta Adresleri:** [adilumaz@artuklu.edu.tr](mailto:adilumaz@artuklu.edu.tr) (Adil UMAZ), [faydin@dicle.edu.tr](mailto:faydin@dicle.edu.tr) (Fırat AYDIN),

[kuyucak65@yahoo.com](mailto:kuyucak65@yahoo.com) (Mehmet FIRAT), [abdulselamertas@hotmail.com](mailto:abdulselamertas@hotmail.com) (Abdulselam ERTAŞ)

*kharpuntense*, *Allium pseudo ampeloprasum*, *Allium rhetoreanum*, *Allium shatakiense*, *Allium vineale*, *Eremurus spectabilis*, *Fritillaria persica*, and *Tulipa sintenisii* the geophytes which is edible and used as ornamental plants were determined by ICP-MS. Samples consisting of the above-ground parts of the species used in the study were prepared by adding concentrated nitric acid and hydrogen peroxide in the microwave solubilization process before being analyzed by ICP-MS. When all species are evaluated according to the metal analysis results of the species used in the study, Na (3054 mg/kg) and Ba (52.68 mg/kg) of *A. kharpuntense* species, K (60065 mg/kg), Cu (18.58 mg/kg), Zn (68.14 mg/kg) and Mo (2.65 mg/kg) of *F. persica* species, Fe (2285 mg/kg) Cr (8.19 mg/kg), Mn (91.89 mg/kg), Ni (14.82 mg/kg), Pb (3.24 mg/kg), Mg (30505 mg/kg), Al (2556 mg/kg), Ti (183 mg/kg), Se (49.56 mg/kg), Li (2.69 mg/kg), Be (0.05 mg/kg) and Co ( 2.58 mg/kg) of *T. sintenisii* species, Cd (4.69 mg/kg) of *A. vineale* species, B (255 mg/kg) of *E. spectabilis* species were determined to have higher metal contents. While Cd content of *A. rhetoreanum*, *A. shatakiense*, *A. vineale*, *E. spectabilis*, *F. persica* and *T. sintenisii* species were higher than WHO, Pb contents were found to be low.

## 1. GİRİŞ

Çiçekli bir zambak ailesinden olan Liliaceae, öncelikle ılıman ve subtropikal bölgelere özgü olup 16 cins ve 635 bitki ve çalı türünden oluşmaktadır. Ailenin üyeleri genellikle altı bölümlü çiçek ve üç odacıklı kapsüller meyveye sahiptir. Bu aile üyelerinin yaprakları genellikle paralel damarlara sahiptir ve bitkinin tabanında kümelenir. Ancak gövde boyunca değişebilir veya halka şeklinde düzenlenebilir. Bu ailenin üyelerinden, özellikle *Erythronium*, *Fritillaria*, *Lilium* (zambak) ve *Tulipa* (lale) türleri bahçe süsleri ve ev bitkilerinden oluşmaktadır [1].

Tilkikuyruğu zambakları veya çöl mumları olarak bilinen *Eremurus* cinsi, Liliaceae ailesinin önemli cinslerinden biridir [2]. Yaklaşık 50 tür içeren *Eremurus* cinsi, özellikle İran, Batı Pakistan, Afganistan, Tacikistan, Irak, Türkiye, Filistin, Lübnan, Suriye ve Kafkasya dâhil olmak üzere Güney Asya ve Orta Asya'da kuru ve taşlı otlak yamaçlarda yaygın olarak dağılım göstermektedir [2-5]. Bu cinsin üyeleri halk hekimliğinde çeşitli hastalıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır [5].

*Fritillaria* cinsi, Liliaceae ailesinin bir üyesidir [6]. Dünya çapında bu cinsi, 165 taksonla temsil edilmektedir. Türkiye'de *Fritillaria* cinsi 45 türü sahip olup bunların 23'ü endemiktir [7]. Bu cinsin türleri Türkiye, İran, Irak, Afganistan, Rusya, Suriye, Lübnan, Ürdün, Pakistan, Çin, Japonya, Amerika, Yunanistan, Bulgaristan, İtalya, İspanya, Portekiz ve Kuzey Afrika dâhil olmak üzere geniş bir coğrafyaya dağılmıştır. Bu cins özellikle ülkemizde Akdeniz, Doğu Anadolu, Trakya, Karadeniz ve İç Anadolu bölgesinde dağılmıştır [8]. Bu cinsin üyeleri çekici, süs bitkisi ve tıbbi türlerden oluşur. *Fritillaria* cinsinden biri olan soğanlı *Fritillaria*, geleneksel Çin tıbbında en önemli antitussif, balgam söktürücü ve antihipertansif ilaçlardan biri olarak kullanılmıştır. Ayrıca, Nepal'de yerel halk tarafından baş ağrısı, sindirim sorunları, karın ağrısı ve böbrek rahatsızlıkları için kullanılmıştır [7].



*T. sintenisii*, çok yıllık otsu bir bitki olup 1100-2440 m yükseklikte yetişen endemik bir türdür. Bitkinin genel dağılımı ülkemizde olup Gaziantep, Hakkâri, Şırnak, Ağrı, Elâzığ, Erzurum, Kayseri, Kahramanmaraş ve Muş illerinde dağılım göstermektedir [9].

*Allium* cinsi, kuru subtropikal bölgelerden kuzey bölgelere kadar yaygın olarak dağılan yaklaşık 750 tür içerir [10]. *Allium* cinsi soğan, sarımsak ve pırasa gibi bilinen türleri içerir. Türkiye'de kormen, kaya sarımsak, vahşi soğan, vahşi sarımsak, köpek soğan ve çoban sarımsak gibi geleneksel olarak tüketilen *Allium* cinsileri gıda veya tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır [11, 12]. Bu türler dünya çapında yüzyıllardır ekonomik, besinsel ve geleneksel tıbbi yararları için kullanılmaktadır. Birçok araştırmacı, *Allium* türlerinin antimikrobiyal, antitümör antifungal, antibakteriyel, kemopreventif, antihipertansif antikanser ve antikoagülan aktivitesi dâhil olmak üzere farmakolojik ve terapötik etkileri açısından araştırmıştır [13].

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) bakır, çinko, demir, kadmiyum, krom, arsenik ve kurşun için ham bitki materyallerinde ve gıdalarda izin verilen maksimum konsantrasyon seviyeleri sırasıyla 10, 20, 10-200, 0.3, 2.0, 1.0 ve 10 mg/kg olduğunu belirtmektedir [14-16]. Türk Gıda Kodeksi (TGK) gıdalarda müsaade edilebilen maksimum konsantrasyon miktarı bakır, çinko, cobalt ve demir için sırasıyla 10, 5-50, 0.2, ve 52 mg/kg olarak belirtmektedir [14].

Bitki örneklerindeki element içeriğinin ve konsantrasyonlarının belirlenmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler; Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (AAS), Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (FAAS), Grafit Fırınli Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (GF-AAS), İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES), İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Optik Emisyon Spektrometrisi (ICP-OES), İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ve X-ışını Floresans Spektrometrisi (XRF)'dir [17-20]. ICP-MS 1 pg/ml mükemmel hassasiyetle çeşitli numunelerdeki birçok elementi ölçmek için kullanılan etkili bir tekniktir. ICP-MS ile atom kütlesi 7 ila 250 olan elementlerin belirlenmesine izin verir. Bu yöntemde, başlangıçta numuneler indüktif eşleşmiş plazma ile iyonize edilir. Daha sonra, bu iyonları ayırmak ve ölçmek için bir kütle spektrometresi kullanılır [21].

Bu çalışmada; geofit olan, yenilebilen ve süs bitkisi olarak kullanılan bazı türlerin ICP-MS ile makro ve mikro element içeriği tayin edilmiş ve bu türlerin element içeriği karşılaştırılmıştır. Ayrıca, bu türlerin element içerikleri DSÖ ve TGK'nın ham bitki materyallerinde ve gıdalarda kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerleriyle karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Bitki Materyaller

Bazı geofit türleri Mehmet Fırat tarafından toplanmış, teşhisi yapılmış [11], örnekler herbaryum kuralına uygun kurutulmuş ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Herbaryumu'nda (VANF) M. Fırat toplayıcı numarası ile saklanmıştır. Geofit türlerine ait herbaryum numarası, toplanma yerleri ve toplanma zamanlarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Geofit türlerine ait herbaryum numarası ve toplanma zamanları

Bitki Türü	Toplanma Yeri	Toplanma Zamanı	Herbaryum Numarası
<i>A. kharputense</i>	Siirt	17.05.2016	M.Fırat 32634 (VANF)
<i>A. pseudo ampeloprasum</i>	Van	17.05.2016	M.Fırat 32633 (VANF)
<i>A. rhetoreanum</i>	Şırnak	18.05.2017	M.Fırat 32640 (VANF)
<i>A. shatakiense</i>	Van	17.05.2016	M.Fırat 32635 (VANF)
<i>A. vineale</i>	Hakkâri	19.05.2016	M.Fırat 32643 (VANF)
<i>E. spectabilis</i>	Van	20.05.2017	M.Fırat 33713 (VANF)
<i>F. persica</i>	Hakkâri	05.05.2017	M.Fırat 33715 (VANF)
<i>T. sintenisii</i>	Muş	06.05.2017	M.Fırat 33717 (VANF)

### 2.2 Reaktif ve Çözeltiler

Mikroalga çözünürleştirme işleminde analitik saflıkta HNO<sub>3</sub> (%70) ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (%34.5-36.5) (Sigma Aldrich, Almanya) kullanıldı. Bütün deneylerde ultra saf su (18.2 MΩ) kullanıldı. Yöntemin doğruluğu ve kesinliği için sertifikalı referans maddesi NIST 1515 Elma Yaprağı (Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü, NIST, Gaithersburg, MD, ABD) kullanılarak değerlendirildi. Standart referans madde ile tespit edilen metal değerleri ve % geri kazanım değerleri Tablo 2'de verilmiştir. ICP-MS ölçümlerinde mix standart (100 mg/L, VHG Labs PN.: VHG-ZLGC1813) olarak Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, V ve Zn kullanılmıştır. Kalibrasyon standart çözeltileri (0.01-4.00 mg/L), stok karışım standartlarının (1.00 mg/L) uygun seyreltilmesi ile hazırlandı. Kalibrasyon çizelgesine ait doğrusal aralık, regresyon, korelasyon katsayısı (R), algılama sınırı (LOD) ve ölçüm sınırı (LOQ) değerleri Tablo 3'te gösterilmektedir. Yirmi metal için LOD ve LOQ değerleri, 10 bağımsız blank çözeltisi kullanılarak hesaplandı.

**Tablo 2.** Standart referans madde (SRM) değerleri ve % geri kazanım

Element	Sertifika Değeri (mg/kg)	Tespit Edilen Değer (mg/kg)	% Geri Kazanım
Na	24.40±2.10	22.15±0.29	91
Mg	2710±120	2467±4	91
Al	285±6	314±2	110
K	16080±210	14478±91	90
Mn	54.10±1.10	50.85±0.19	94
Fe	82.70±2.60	80.77±0.27	98
Ni	0.936±0.094	0.950±0.010	101
Cu	5.69±0.13	5.86±0.10	103
Zn	12.45±0.43	13.70±0.46	110
Ba	48.80±2.30	48.20±0.30	99
Pb	0.470±0.024	0.490±0.002	104
Mo	0.095±0.011	0.089±0.007	94
B	27.60±2.80	28.20±1.57	102

**Tablo 3.** ICP-MS analiz metoduna ait analitik parametreler

Element	Kalibrasyon Aralığı (mg/L)	Kalibrasyon Denklemi	R <sup>2</sup>	LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)
Na	0.50-4.00	y = 5142.84 x + 357838	0.9997	49x10 <sup>-3</sup>	162 x10 <sup>-3</sup>
K	0.50-4.00	y = 2308.80 x + 315707	0.9997	17x10 <sup>-3</sup>	56x10 <sup>-3</sup>
Mg	0.10-4.00	y = 2226.27 x + 12319	0.9994	4.24x10 <sup>-3</sup>	14x10 <sup>-3</sup>
Fe	1.00-4.00	y = 34007.92 x + 701914	0.9990	5.12x10 <sup>-3</sup>	17x10 <sup>-3</sup>
Al	0.10-4.00	y = 1121.76 x + 1922	0.9995	2.73x10 <sup>-3</sup>	9.08x10 <sup>-3</sup>
Se	0.10-4.00	y = 829.63 x + 75232	0.9991	6.1x10 <sup>-5</sup>	2.02x10 <sup>-4</sup>
Li	0.05-4.00	y = 189.10 x + 213	0.9997	5.91x10 <sup>-4</sup>	1.97x10 <sup>-3</sup>
Ba	0.01-4.00	y = 198949.48 x + 11780	0.9998	8.8x10 <sup>-5</sup>	2.9x10 <sup>-4</sup>
Be	0.01-4.00	y = 22829.54 x + 709	0.9999	7.3x10 <sup>-4</sup>	2.43x10 <sup>-3</sup>
Cu	0.01-4.00	y = 31809.14 x + 16409	0.9994	3.3x10 <sup>-4</sup>	1.1x10 <sup>-3</sup>
Co	0.01-4.00	y = 55754.88 x + 1543	0.9997	1.5x10 <sup>-4</sup>	4.9x10 <sup>-4</sup>
Cd	0.01-4.00	y = 42086.25 x + 885	0.9996	4x10 <sup>-4</sup>	1.33x10 <sup>-3</sup>
Cr	0.01-4.00	y = 29985.59 x + 4895	0.9994	2.1x10 <sup>-4</sup>	6.9x10 <sup>-4</sup>
Mn	0.01-4.00	y = 18139.19 x + 5333	0.9995	2.8x10 <sup>-4</sup>	9.2x10 <sup>-4</sup>
Ni	0.01-4.00	y = 28319.45 x + 6335	0.9995	1.08x10 <sup>-3</sup>	3.58x10 <sup>-3</sup>
Zn	0.01-4.00	y = 9123.21 x + 7916	0.9994	5.8x10 <sup>-4</sup>	1.92x10 <sup>-3</sup>
Pb	0.01-4.00	y = 126261.36 x + 6134	0.9996	1.1x10 <sup>-4</sup>	3.3x10 <sup>-4</sup>
B	0.01-4.00	y = 5768.54 x + 33073	0.9994	1.1x10 <sup>-5</sup>	3.5x10 <sup>-5</sup>
Mo	0.01-4.00	y = 4155.44x + 196	0.9998	7.8x10 <sup>-5</sup>	2.6x10 <sup>-4</sup>
Ti	0.01-4.00	y = 260.23 x + 36	0.9994	5.8x10 <sup>-5</sup>	1.93x10 <sup>-4</sup>

### 2.3 Cihaz

Tür örneklerindeki Na, K, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Cd, Pb, Mg, Al, B, Ti, Mo, Li, Be, Co, Se ve Ba metalleri Agilent 7700s model ICP-MS cihazı kullanılarak belirlendi. ICP-MS cihaz çalışma şartları Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4.** ICP-MS cihaz analitik çalışma koşulları

Parametreler:	
RF Power	1550 W
Plazma gazı	Argon
Plazma gaz akış oranı	15 L/dk.
Helyum gaz akış oranı	4.3 ml/dk.
Nebulizer peristaltik pompa alım hızı	0.3 rps
Nebulizer peristaltik pompa alım zamanı	50 sn.
Nebulizer peristaltik pompa stabilize zamanı	45 sn.
Tekrar/örnek okuma	3
Tarama tekrar sayısı	100
Ölçülen element izotopları	<sup>27</sup> Al, <sup>52</sup> Cr, <sup>59</sup> Co, <sup>63</sup> Cu, <sup>7</sup> Li, <sup>23</sup> Na, <sup>24</sup> Mg, <sup>27</sup> Al, <sup>39</sup> K, <sup>55</sup> Mn, <sup>56</sup> Fe, <sup>58</sup> Ni, <sup>64</sup> Zn, <sup>80</sup> Se, <sup>9</sup> Be, <sup>112</sup> Cd, <sup>5</sup> B, <sup>22</sup> Ti, <sup>138</sup> Ba ve <sup>208</sup> Pb

## 2.4 Bitki Örneklerinin Metal Analizlerine Hazırlanması

Geofit türlerinin metal analizlerinin yapılması için daha önceden kurutulmuş tür örnekleri havanda homojen hale getirilerek öğütüldü. Daha sonra tür örnekleri yaklaşık 0.1 g tartıldı ve mikrodalga teflon tüplerine konuldu. Tüplerin üzerine 6:2 oranında 6 ml HNO<sub>3</sub> ve 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> eklendi [22, 23]. Mikrodalga cihazında (MILESTONE ETHOS One) örnekler ilk olarak 500 w enerjide 15 dk. boyunca 300°C'ye kadar ısıtıldı. Daha sonra örnekler 1500 w enerjide 15 dk. boyunca 300°C'de tutuldu. Son olarak örnekler 500 w enerjide 10 dk. boyunca 300°C'den 90°C'ye kadar kademeli olarak sıcaklık düşürüldü ve 40 dk. süre boyunca mikrodalga kapalı sistemde çözünürleştirme işlemi yapıldı. Mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra teflon tüplerdeki karışım mavi bantlı süzgeç kağıdı ile süzüldü. Elde edilen süzüntü 100 ml bolon joje alınarak üzerine ultra saf su ile 100 ml'ye kadar seyreltildi. Daha sonra seyreltilmiş olan örnekler ağzı vida kapalı analiz tüplerine konularak analize hazır hale getirilmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 5 incelendiğinde, A1 türünün metal içeriği Na; 3054, K: 29955, Mg; 2767, Fe; 273, Al; 482, B; 219, Ba; 52.68, Cu; 7.49, Zn; 40.04, Ti; 28.15, Mo; 1.75, Li; 0.20, Co; 0.79, Cr; 1.65, Mn; 30.91, Ni; 3.20, Cd; 4.31 ve Pb; 1.55 mg/kg olarak tespit edildi. Bu türde Se ve Be metal içeriği tespit edilemedi.

A. *Kharputense* türünün mineral ve eser elementlerinin belirlenmesi çalışmasında; bu türün metal içeriği ICP-MS cihazıyla saptanmış ve bu türün element konsantrasyonları B; 0.0017, Na; 108.0, Mg; 1282.4, P; 4071.0, K; 4455.0, Ca; 5419.7, Co; 1.4, Ni; 11.2, Cu; 19.1, Zn; 67.7, Sn; 0.64, Ba; 5.4, Mn; 54.8, Fe; 703.6 ve Al; 474.2 mg/kg olarak tespit edilmiştir [13].

A2 türünün metal içeriği Na; 2269, K: 42190, Mg; 2667, Fe; 380, Al; 531, B; 214, Ba; 17.28, Cu; 3.60, Zn; 45.91, Ti; 23.41, Mo; 0.55, Li; 0.34, Co; 0.44, Cr; 1.56, Mn; 43.54, Ni; 3.69, Cd; 2.80 ve

Pb; 1.17 mg/kg olarak tespit edildi. Bu türde Se ve Be metal içeriği tespit edilemedi. A3 türünün metal içeriği Na; 2224, K: 28337, Mg; 2630, Fe; 450, Al; 597, B; 101, Ba; 10.65, Cu; 5.75, Zn; 34.44, Ti; 5.48, Mo; 0.14, Li; 0.38, Co; 0.44, Cr; 1.97, Mn; 55.38, Ni; 3.69, Cd; 0.78 ve Pb; 1.49 mg/kg olarak tespit edildi. Bu türde Se ve Be metal içeriği tespit edilemedi. A4 türünün metal içeriği Na; 2197, K: 35190, Mg; 2073, Fe; 214, Al; 275, B; 213, Ba; 9.39, Cu; 5.19, Zn; 59.90, Ti; 11.95, Mo; 0.65, Co; 0.31, Cr; 1.05, Mn; 29.41, Ni; 2.40, Cd; 1.37 ve Pb; 0.83 mg/kg olarak tespit edildi. Bu türde Se, Be ve Li metal içeriği tespit edilemedi. A5 türünün metal içeriği Na; 2596, K: 25956, Mg; 1757, Fe; 292, Al; 467, B; 224, Ba; 15.00, Cu; 5.10, Zn; 55.65, Ti; 16.75, Mo; 1.64, Li; 0.64, Co; 0.41, Cr; 1.38, Mn; 66.20, Ni; 2.61, Cd; 4.69 ve Pb; 0.78 mg/kg olarak tespit edildi. Bu türde Se ve Be metal içeriği tespit edilemedi. E1 türünün metal içeriği Na; 2317, K: 54434, Mg; 2958, Fe; 489, Al; 631, B; 255, Ba; 11.51, Cu; 12.50, Zn; 63.42, Se; 38.21, Ti; 50.75, Mo; 0.84, Li; 1.33, Be; 0.02, Co; 0.38, Cr; 2.23, Mn; 51.37, Ni; 7.08, Cd; 0.38 ve Pb; 0.59 mg/kg olarak tespit edildi.

**Tablo 5.** Bazı geofit türlerin ICP-MS ile metal analiz sonuçları

Geofit Türler				
Elementler	A1	A2	A3	A4
Na	3054±19	2269±11	2224±9	2197±9
K	29955±159	42190±360	28337±330	35190±201
Mg	2767±25	2667±17	2630±14	2073±14
Fe	273±1	380±1	450±6	214±1
Al	482±1	531±2	597±2	275±1
B	219±2	214±9	101±20	213±3
Ba	52.68±0.44	17.28±0.13	10.65±0.13	9.29±0.10
Cu	7.49±0.07	3.60±0.05	5.75±0.08	5.19±0.08
Zn	40.04±0.10	45.91±0.19	34.44±0.24	59.90±0.17
Se	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Ti	28.15±0.76	23.41±0.58	5.48±0.27	11.95±0.38
Mo	1.75±0.07	0.55±0.02	0.14±0.05	0.65±0.03
Li	0.20±0.42	0.34±0.42	0.38±0.26	T.E.
Be	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Co	0.79±0.01	0.44±0.01	0.44±0.02	0.31±0.01
Cr	1.65±0.01	1.56±0.01	1.97±0.02	1.05±0.01
Mn	30.91±0.20	43.54±0.13	55.38±0.82	29.41±0.12
Ni	3.20±0.02	3.69±0.01	3.69±0.01	2.40±0.02
Cd	4.31±0.03	2.80±0.02	0.78±0.01	1.37±0.01
Pb	1.55±0.01	1.17±0.01	1.49±0.01	0.83±0.01

**A1:** *A. kharputense*, **A2:** *A. pseudo ampeloprasum*, **A3:** *A. rhetoreanum*,

**A4:** *A. Shatakiense*, **T.E.:** Tespit edilemedi.

Sonuçlar mg/kg ± RSD olarak verilmiştir.

**Tablo 5.** Bazı geofit türlerin ICP-MS ile metal analiz sonuçları (devamı)

Elementler	Geofit Türler			
	A5	E1	F1	T1
Na	2596±14	2317±10	2435±9	2327±13
K	25956±127	54434±393	60066±161	19718±39
Mg	1757±14	2958±59	2789±11	3506±28
Fe	292±2	489±4	547±3	2285±20
Al	467±5	631±2	737±2	2556±47
B	224±6	255±6	223±2	175±3
Ba	15.00±0.03	11.51±0.11	7.00±0.04	11.95±0.13
Cu	5.10±0.05	12.50±0.12	18.58±0.07	9.30±0.09
Zn	55.65±0.61	63.42±0.04	68.14±0.25	45.26±0.43
Se	T.E.	38.21±0.29	40.44±0.63	49.56±0.48
Ti	16.75±1.89	50.75±0.45	56.81±0.81	183±1
Mo	1.64±0.22	0.84±0.02	2.65±0.07	0.86±0.07
Li	0.64±0.16	1.33±0.09	1.89±0.50	2.69±0.37
Be	T.E.	0.02±0.01	0.02±0.01	0.05±0.01
Co	0.41±0.01	0.38±0.02	0.57±0.01	2.58±0.01
Cr	1.38±0.02	2.23±0.01	1.66±0.01	8.19±0.03
Mn	66.20±0.22	51.37±0.62	48.39±0.39	91.89±0.97
Ni	2.61±0.01	7.08±0.03	5.85±0.03	14.82±0.03
Cd	4.69±0.01	0.38±0.01	1.19±0.01	1.21±0.01
Pb	0.78±0.01	0.59±0.01	0.92±0.01	3.24±0.03

**A5:** *A. vineale*, **E1:** *E. spectabilis*, **F1:** *F. persica*, **T1:** *T. Sintenisi*,

**T.E.:** Tespit edilemedi.

Sonuçlar mg/kg ± RSD olarak verilmiştir.

Tosun ve ark., tarafından 2012 yılında yapılan bir çalışmada; Çiriş otu (*E. spectabilis*) bitkisinin mineral element içeriği ICP-OES cihazıyla saptanmıştır. Bu bitkinin mineral element içeriğinin konsantrasyonları P; 43.00, K; 404, Ca; 30.90, Mg; 39.00, Na; 24.00, Fe; 7.10 ve Cu; 1.60 mg/100g olarak tespit edilmiştir [3]. Çiriş otu (*E. spectabilis*) yapılan başka bir çalışmada; bu bitkinin mineral element içeriği ICP-MS cihazıyla saptanmıştır. Bu bitkinin mineral element içerikleri Ca; 76.00, Fe; 2.42, Mg; 15.23, P; 42.80, Zn; 0.36, K; 263, Na; 1.48 ve Cu; 0.08 mg/100g olarak tespit edilmiştir [4].

F1 türünün metal içeriği Na; 2435, K; 60066, Mg; 2789, Fe; 547, Al; 737, B; 223, Ba; 7.00, Cu; 18.58, Zn; 68.14, Se; 40.44, Ti; 56.81, Mo; 2.65, Li; 1.89, Be; 0.02, Co; 0.57, Cr; 1.66, Mn; 48.39, Ni; 5.85, Cd; 1.19 ve Pb; 0.92 mg/kg olarak tespit edildi. T1 türünün metal içeriği Na; 2327, K; 19718, Mg; 3506, Fe; 2285, Al; 2556, B; 175, Ba; 11.95, Cu; 9.30, Zn; 45.26, Se; 49.56, Ti; 183, Mo; 0.86, Li; 2.69, Be; 0.05, Co; 2.58, Cr; 8.19, Mn; 91.89, Ni; 14.82, Cd; 1.21 ve Pb; 3.24 mg/kg olarak tespit edildi.

Geofit türlerin metal analiz sonuçlarına göre *Allium* cinsi kendi içerisinde değerlendirildiğinde, A1 türünün Na, Mg, Ba, Cu, Ti, Mo, Co ve Pb metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 3054, 2767, 52.68, 7.49, 28.15, 1.75, 0.79 ve 1.55 mg/kg olarak tespit edildi. 5 farklı *Allium*

türünün tümünde Be ve Se metalleri tespit edilemedi. A2 türünün K ve Ni metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 42190 ve 3.69 mg/kg olarak tespit edildi. A2 ve A3 türünün Ni metal konsantrasyonları aynı olduğu tespit edildi. A3 türünün Fe, Al ve Cr metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 450, 597 ve 1.97 mg/kg olarak tespit edildi. A4 türünün Zn metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonu 59.90 mg/kg olarak tespit edildi. Ayrıca, bu türde Li, Be ve Se metalleri tespit edilemedi. A5 türünün B, Li, Mn ve Cd metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 224, 0.64, 66.20 ve 4.69 mg/kg olarak tespit edildi.

Geofit türlerin metal analiz sonuçlarına göre tüm türler birlikte değerlendirildiğinde, A1 türünün Na ve Ba metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün bitkisinin yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 3054 ve 52.68 mg/kg olarak tespit edildi. F1 türünün K, Cu, Zn ve Mo metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 60065, 18.58, 68.14 ve 2.65 mg/kg olarak tespit edildi. A5 türünün Cd metal konsantrasyonu diğer türlerin metal konsantrasyonundan daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün Cd metal konsantrasyonu 4.69 mg/kg olarak tespit edildi. E1 türünün B metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 255 ve 51.94 mg/kg olarak tespit edildi. T1 türünün Se, Fe, Cr, Mn, Ni, Pb, Mg, Al, Ti, Li, Be ve Co metal konsantrasyonları diğer türlerin metal konsantrasyonlarından daha yüksek çıktığı belirlendi. Bu türün yüksek çıkan metal konsantrasyonları sırasıyla 49.56, 2285, 8.19, 91.89, 14.82, 3.24, 30505, 2556, 183, 2.69, 0.05 ve 2.58 mg/kg olarak tespit edildi.

Çalışılan geofit türlerin tümünde Zn metal konsantrasyonları DSÖ'nun kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu tespit edildi. A4, A5, E1 ve F1 türlerinin Zn metal konsantrasyonları TGK'nın kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu tespit edildi. E1 ve F1 Türlerinin Cu metal konsantrasyonu DSÖ ve TGK'nın kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu tespit edildi. A1, A2, A3, A4, A5, E1, F1 ve T1 türlerinin Fe metal konsantrasyonları DSÖ'nun kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu tespit edildi. A3, A4, A5, E1, F1 ve T1 türlerinin Fe metal konsantrasyonları TGK'nın kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu tespit edildi. Tablo 5'teki geofit türlerin tümünün Cd metal konsantrasyonları DSÖ'nun kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu ve Pb metal konsantrasyonlarının düşük olduğu tespit edildi. E1 ve T1 türlerinin Cr metal konsantrasyonları DSÖ'nun kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden



yüksek olduğu tespit edildi. A3, A4, A5, E1, F1 ve T1 türlerinin Co metal konsantrasyonları TGK'nın kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu tespit edildi.

#### 4. SONUÇLAR

Bitkiler, kökler yardımıyla topraktaki elemanları kolayca yapılarına alır. Böylece bitkiler bünyelerine aldığı yararlı ve zararlı maddeleri topraktan insana transferinde önemli bir bağlantı oluşturur. Bitkilerin yenilmesi, bitkisel çay olarak tüketilmesi ve tıbbi bitki olarak kullanılmasında bünyelerindeki özellikle toksik metallerin insan sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı yerlerinden toplanan bazı geofit türlerinin yirmi makro ve mikro element içeriği açısından incelenmiştir. Bu geofit türlerin bazıları yenilebilir ve bazı türleri şifalı bitki olarak kullanıldıklarından bu türlerin özellikle toksik metal içeriği belirlenmesi çok önemlidir. Makro ve mikro element analizinde ICP-MS, 1 pg/ml mükemmel hassasiyetle çeşitli numunelerdeki birçok elementi ölçmek için kullanılan etkili bir tekniktir. Bu çalışmada, sekiz farklı geofit türün makro ve mikro element içeriği belirlenmiştir. Bu türlerin metal içerikleri tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5 değerlendirildiğinde; Na, K, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Cd, Pb, Mg, Al, B, Ti, Mo, Li, Be, Co, Se ve Ba metal içerikleri sırasıyla 2167-3054, 19718-60066, 196-2285, 3.60-18.58, 1.05-8.19, 29.41-91.89, 1.63-14.82, 34.44-68.14, 0.38-4.69, 0.28-3.24, 1757-3506, 253-2556, 101-255, 5.48-183, 0.14-2.65, 0.20-2.69, 0.01-0.05, 0.14-2.58, 38.21-51.94 ve 7.00-52.68 mg/kg arasında değişmektedir.

Dünyada birçok ülke ham bitki materyallerinde ve gıdalarda kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerlerini farklı şekilde belirlemiştir. Genel değerlendirme DSÖ'nun değerleri baz alınarak yapılmaktadır. Ülkemizde hem DSÖ değerleri hem de TGK'nın belirlediği kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değerleri baz alınarak yapılmaktadır. İncelenen türlerin tümünde Cd metal içeriği yüksek ve Pb metal içeriği düşük olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak A1, A2, A3, A4, A5, E1, F1 ve T1 türlerinin dozaj kontrolü Cd metal içeriği bakımından çok önemlidir. Ayrıca, E1 ve T1 türlerinin Cr metal içeriği bakımından dozaj kontrolü yapılarak kullanılmalıdır.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, kullanılacak bitkinin yararlı ve toksik metal değerlerine bakılarak bitkinin tüketilmesinin sağlık açısından daha faydalı olacağı söylenebilir.

#### TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğünce (DUBAP) FEN.19.011 nolu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.



## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makale başka bir yerde yayınlanmamış ve aynı zamanda başka bir yere yayınlanmak üzere gönderilmemiştir. Makale yazarları çıkar çatışması olmadığını bildirmişlerdir. Makalenin içeriği ve yazımından sadece yazarları sorumludur.

## YAZARLARIN KATKILARI

Adil UMAZ: Yazma-orjinal taslak hazırlama, veri toplama, verinin düzenlenmesi, görselleştirme. Fırat AYDIN: Kavramsallaştırma, metodoloji, doğrulama, gözetim ve liderlik sorumluluğu. Mehmet FIRAT: Bitkisel materyallerin toplanması, teşhisi. Abdulselam ERTAŞ: Analiz, analiz araçlarını sağlama, inceleme.

## KAYNAKLAR

- [1] Encyclopedia Britannica, URL: <https://www.britannica.com/plant/Liliaceae> (Erişim zamanı: Nisan, 15, 2020).
- [2] L. Karakaya, Y. Akgül, and A. Nalbantsoy, "Chemical constituents and in vitro biological activities of *Eremurus spectabilis* leaves," *Natural Product Research*, vol. 31, no. 15, pp. 1786–1791, 2017.
- [3] M. Tosun, S. Ercisli, H. Ozer, M. Turan, H. Padem, T. Polat, E. Ozturk, and H. Kilicgun, "Chemical composition and antioxidant activity of foxtail lily (*Eremurus spectabilis*)," *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, vol. 11, no. 3, pp. 145–153, 2012.
- [4] A. Cinar, S. T. Ay, F. Ayas, S. Karabak, N. Guzelsoy, and O. Ucurum, "Foxtail lily (*Eremurus spectabilis* M. Bieb.) as priority species of biodiversity for food and nutrition project of turkey," *ANADOLU, J. of AARI*, vol. 27, no. 2, pp. 69–73, 2017.
- [5] Z. Tuzcu, G. Koclar, C. A. Agca, G. Aykutoglu, G. Dervisoglu, M. Tartik, E. Darendelioglu, Z. Ozturk, B. Kaya, and K. Sahin, "Antioxidant, antimicrobial and anticancer effects of different extracts from wild edible plant *eremurus spectabilis* leaves and roots," *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, vol. 10, no. 3, pp. 4787–4797, 2017.
- [6] D. Çakmak, C. Karaoğlu, M. Aasim, C. Sancak, and S. Özcan, "Advancement in protocol for in vitro seed germination, regeneration, bulblet maturation, and acclimatization of *fritillaria persica*," *Turkish Journal of Biology*, vol. 40, no. 4, pp. 878–888, 2016.
- [7] M. Koçyiğit, U. Rastgeldi, and E. Kaya, "Cytotaxonomical analysis of eleven Turkish *Fritillaria* L. (Liliaceae)" *IUFS Journal of Biology*, vol. 75, no. 2, pp. 19–28, 2016.
- [8] M. Tekşen and Z. Aytaç, "Akdeniz bölgesi (Türkiye) *Fritillaria* L. (Liliaceae) cinsinin revizyonu," *Turkish Journal of Botany*, vol. 35, no. 5, pp. 447–478, 2011.
- [9] M. T. Babaç, "Possibility of an information system on plants of south-west asia with particular reference to the turkish plants data service (TUBIVES)," *Turkish Journal of Botany*, vol. 28, no. 1–2, pp. 119–127, 2004.

- [10] L. Behçet and M. Rüstemoğlu, “*Allium shirnakiense*, sect. *Melanocrommyum* (Liliaceae), a new species from South-eastern Turkey,” *Turkish Journal of Botany*, vol. 36, no. 5, pp. 450–454, 2012.
- [11] M. Firat, “The ethnobotanical usage of some east anatolian,” *Manas Journal of Agricultural and Life Science*, vol. 5, no. 1, pp. 80–86, 2015.
- [12] M. Firat, F. A. Karavelioğulları, and A. Aziret, “Geophytes of east anatolia (Turkey),” *Manas Journal of Agricultural and Life Science*, vol. 5, no. 1, pp. 38–53, 2016.
- [13] E. Yabalak and A. M. Gizir, “Evaluation of total polyphenol content, antioxidant activity and chemical composition of methanolic extract from *allium kharputense* freyn et. Sint. and determination of mineral and trace elements,” *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, vol. 4, no. 3, pp. 691–691, 2017.
- [14] D. Tuğruş, “Gaziantep’te atık sulardan etkilenen toprak ve bitkilerde eser element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe konsantrasyonlarının ICP-MS ile tayini” Yüksek lisans tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis, 2012.
- [15] H. Lv, Y. Zhang, Y. Sun, and Y. Duan, “Multielement patterns of danshen (*Salvia miltiorrhiza*) from origins in china,” *Microchemical Journal*, vol. 145, no. 1, October 2018, pp. 273–279, 2019.
- [16] İ. Yener, “Trace element analysis in some plants species by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES),” *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 9, no. 3, pp. 1492–1502, 2019.
- [17] K. Pytlakowska, A. Kita, P. Janoska, M. Połowniak, and V. Kozik, “Multi-element analysis of mineral and trace elements in medicinal herbs and their infusions,” *Food Chemistry*, vol. 135, no. 2, pp. 494–501, 2012.
- [18] A. Szymczycha-Madeja, M. Welna, and W. Zyrnicki, “Multi-element analysis, bioavailability and fractionation of herbal tea products,” *J. Braz. Chem. Soc.*, vol. 24, no. 5, pp. 777–787, 2013.
- [19] X. Zhang, W. Ding, J. Li, F. Liu, X. Zhou, and S. Tian, “Multi-elemental analysis of *Ziziphora clinopodioides* from different regions, periods and parts using atomic absorption spectrometry and chemometric approaches,” *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, vol. 25, no. 5, pp. 465–472, 2015.
- [20] Ş. Targan, E. G. Yelboğa, and M. Cittan, “Macro and trace element contents of some wild plants consumed as vegetable in Manisa District, Turkey,” *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, vol. 5, no. 2, pp. 751–762, 2018.
- [21] J. Chandrasekhar Rao, B. G. Naidu, P. Sarita, S. Srikanth, and G. J. Naga Raju, “PIXE and ICP-MS analysis of *andrographis paniculata* medicinal plant,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 225, no. 1, 2017.
- [22] Z. Tunay, İ. Yener, E. Varhan Oral, A. Barla Demirköz, Ö. Tokul Ölmez, M. Firat, M. Öztürk, I. Aydın, F. Aydın, and A. Ertaş, “Trace element analysis in some *salvia* species by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) and chemometric approach,” *Journal of Research in Pharmacy*, vol. 24, no. 2, pp. 297–309, 2020.
- [23] E. Varhan Oral, Ö. Tokul Ölmez, İ. Yener, M. Firat, Z. Tunay, P. Terzioğlu, F. Aydın, M. Öztürk, and A. Ertaş, “Trace elemental analysis of *allium* species by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) with multivariate chemometrics,” *Analytical Letters*, vol. 52, no. 2, pp. 320–336, 2019.



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Farklı Nüve Malzemelerinin Transformatörün Verimi Üzerindeki Etkilerinin Analizi

### *Analysis of the Effects of Different Core Materials on Transformer Efficiency*

Yıldırım ÖZÜPAK

*Dicle Üniversitesi, Silvan MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, 21000, Diyarbakır, Türkiye*

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

*Alınış, 29 Ocak 2021  
Revize, 22 Mart 2021  
Kabul, 25 Mart 2021  
Online Yayınlama, 01 Nisan 2021*

##### Anahtar Kelimeler

*Transformatör, Manyetik alanı,  
Nüve malzemesi, SEY*

#### ARTICLE INFO

##### Article History

*Received, 29 January 2021  
Revised, 22 March 2021  
Accepted, 25 March 2021  
Available Online, 01 April 2021*

##### Keywords

*Transformer, Magnetic field,  
Core material, FEM*

#### ÖZ

Transformatörler elektrik iletim ve dağıtım şebekesinin en önemli bileşenleri arasındadır. Transformatörlerin yüksek verimlilikle çalışması güç sistemlerinin de verimlilikle çalışması anlamına gelmektedir. Güç sistemlerindeki teknolojik ilerlemeler, transformatör tasarımcılarına da hem daha ekonomik hem de daha verimli transformatörler üretme yönünde sorumluluk yüklemektedir. Transformatör, çekirdek, sargılar, izolasyon ve diğer birçok ekipman gibi çok sayıda modülden oluşan karmaşık üç boyutlu bir yapıdır. Transformatörün nüvesinde kullanılan farklı manyetik malzeme türleri bulunmaktadır. Ancak amorf manyetik malzemeler ve bu malzemelerle tasarlanan transformatörler ilgi odağı olmaya başlamıştır. Bu çalışmada çekirdek tipi transformatörün Sonlu Eleman modeli, aynı boyutlara ve çalışma koşullarına sahip transformatörün kayıplarını bulmak için nüvesi farklı manyetik malzemelerle tasarlanan transformatörün SEY tabanlı ANSYS-Maxwell yazılımı kullanılarak analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler, farklı nüve malzemeleri için manyetik akı yoğunluğu, akım yoğunluğu, nüve kayıpları, girdap akım kayıpları ve manyetik vektör potansiyeli gibi farklı elektromanyetik özelliklerin karşılaştırılması için yapılmıştır.

#### ABSTRACT

Transformers are among the most important components of the electricity transmission and distribution network. The high efficiency of transformers means that power systems work efficiently. Technological advances in power systems impose responsibility on transformer designers to produce both more economical and more efficient transformers. It is a complex three-dimensional structure consisting of a large number of modules such as transformer, core, windings, isolation, and many other equipments. There are different types of magnetic materials used in the core of the transformer. However, amorphous magnetic materials and transformers designed with these materials have started to be the center of attention. In this study, the Finite Element model of the core-type transformer was analyzed by using FEM-based ANSYS-Maxwell software of the transformer whose core was designed with different magnetic materials to

find the losses of the transformer with the same dimensions and operating conditions. Analyzes were made to compare different electromagnetic properties such as magnetic flux density, current density, core losses, eddy current losses, and magnetic vector potential for different core materials.

## 1. GİRİŞ

Elektromanyetik indüksiyon yoluyla elektrik gücünü, aynı frekansta fakat farklı gerilim ve akım seviyeleriyle devreler arasında aktaran üç boyutlu statik elektromanyetik cihaz transformatördür. Transformatör, çekirdek, sargılar, izolasyon, tank ve başka birkaç ekipman gibi çok sayıda modülden oluşan karmaşık üç boyutlu bir yapıdır. Transformatörlerde elektrik ve manyetik alanların yanı sıra fiziksel alanlar da mevcuttur [1]. Transformatörlerdeki elektrostatik ve manyeto statik alanların hesaplanması için sayısal tekniklere ek olarak değişkenlerin ayrılması, görüntü yöntemi, Fourier metodu vb. birçok analitik yöntem bulunmaktadır. Ancak elektrostatik, manyeto statik, termal, elektromanyetik ve fiziksel problemlerin çözümü için sayısal teknikler kullanılır. Günümüzde, sonlu elemanlar yöntemi (SEY) çekirdek ve sargı malzemelerinin optimizasyonunu, iyileştirici eylemleri ve yeni transformatör tasarımlarının doğrulanmasını birleştirebilen en verimli sayısal araç olarak kabul edilmektedir [2].

Manyetik devre, transformatör tasarımının en önemli dinamik kısmıdır. Lamine demir çekirdekten oluşur. Çekirdek ise sargıları sargılar arasındaki manyetik akıyı taşır. Sargılar arasındaki akı bağı temel olarak bir transformatörün performansını etkiler. Bu nedenle, çekirdek olarak bilinen düşük manyetik isteksizliğe sahip manyetik bir yol, sargılar arasındaki akının verimli bir şekilde aktarılmasını sağlamak için kullanılmaktadır. Trafo nüvelerinde gelişen teknolojiye de bağlı olarak ucuz ve az kayıplı elektrik çeliklerinin kullanımına talep artmaktadır. Si-Fe alaşımları, günümüzde endüstride çekirdek tasarımında çekirdek malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ancak son zamanlarda muadil malzemelerin geliştirilmesiyle beraber mevcut malzemenin değiştirilmesi araştırma konusu olmuştur [5-7]. Elektrik makinelerinde kullanılan Si-Fe malzemeye ek olarak amorf materyallerin eklenmesi ile farklı çalışmalar yapılmıştır [8]. Histerez ve girdap akımı kayıpları, transformatör çekirdeğindeki temel zorluklardır. Çekirdek için kullanılan malzeme temelde histerezis kayıplarını etkiler. Çelik laminasyon malzemeleri kullanılarak tasarlanan nüvelerdeki girdap ve histerezis kayıpları daha sonra çeliğe silikon eklenmesiyle girdap akımı ve histerezis kayıpları etkili bir şekilde azaltılmış ve transformatörün performansı ve verimi arttırılmıştır.

Transformatörlerde 25 yılı aşkın süredir amorf manyetik malzemeler kullanılmaktadır. 1970'lerin ortalarında, enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ihtiyacı nedeniyle, amorf malzemeler ve bunların kullanımı elektrik güç dağıtım sistemlerinde büyük ilgi görmüştür. Ancak amorf malzeme bazlı enerji tasarruflu transformatörlerin yüksek maliyeti nedeniyle, bu eğilim ters bir yön almıştır. Amorf

malzemeler, silikon çeliklere kıyasla daha düşük doymuş manyetik induksiyona sahiptir. Bu durum büyük boyutlu transformatörlerin maliyetinin artmasına neden olmaktadır [9-11]. Ancak enerji verimliliği yüksek olan transformatörlerin kullanım ömrü boyunca bakım maliyetlerinin daha düşük tutulmasıyla bu eksikliğin üstesinden gelinebilir. Trafo çekirdek malzemelerinde yapılan bu araştırmalar, küresel enerji tasarrufu mücadeleleri ve çevresel kaygılar üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur [12,13].

Bu çalışmada transformatöre ait kayıplar ve transformatörlerde kullanılan manyetik malzemelerle ilgili temel kavramlar açıklanmıştır. Aynı zamanda güç kayıpları ve yönlendirilmiş silisli sacı içeren mıknatıslanma mekanizmaları üzerinde durulmuştur. Nüve malzemesinin kayıplar üzerindeki etkisi incelenmiş, malzemelerin nüve manyetik akı yoğunluğu üzerindeki dağılımı belirlenmiş ve nüve için kullanılacak optimum malzeme belirlenme çalışılmıştır. Farklı çekirdek malzemeleri kullanılarak tasarlanan transformatör modelinin sonlu elemanlar yöntemi farklı elektromanyetik özellikler için karşılaştırılması yapılmıştır. Bu çalışma, deneysel olarak test etmenin maliyetli ve zor olduğu bir transformatörün testlerinin sonuçlarının önceden bir program aracılığıyla tahmin edilmesi amacıyla yapılmıştır. Burada transformatörün tasarım aşamasından önce prototip sayısı azaltılarak maliyetin düşürülmesi ve testlerin sonuçlarının önceden tahmin edilebilmesi hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Sonlu Elemanlar Yöntemi

Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY), analiz edilen alandaki doğrusal olmayan malzemelerin ve anizotropiyi içeren bileşik elektromanyetik komplikasyonların çözümüne yardımcı olan sayısal bir tekniktir. Çözüm için analizi gerçekleştirilecek geometrinin tüm alanı ayrıştırılır ve sonlu elemanlar olarak bilinen küçük üçgen yüzeylerde analiz edilir. Maxwell denklemleri, elektrikli cihazlardaki manyetik alanların dağılımını hesaplamak için Sonlu Elemanlar'a uygulanır. SEY metodolojisi aşamalar halinde çözüm yapmaktadır. Önce nesnenin geometrisi ve sınır koşulları iyi tanımlanır. Geometrinin özellikleri ile malzemeler, nesnenin modeli için tanımlanır. Bir varlığın enine kesiti gibi tüm alan, manyetik vektör potansiyelini (A) değerlendirmek için belirli bir eleman hanesine yayılır. Elde edilen sistemin işleme kısmının ve çıktı sonuçlarının yürütülmesi için Maxwell denkleminin çözülmesi gerekir. Aşağıdaki denkleme göre, alan yoğunluğu (H) ve akı yoğunluğu (B) belirlenir.

Zamana bağlı olarak değişen elektrik ve manyetik alanlar için genel Maxwell denklemleri aşağıdaki gibi yazılabilir;

Faraday İndüksiyon Kanunu

$$\nabla \times \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (1)$$

Gauss Manyetik Alan Kanunu

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (2)$$

Amper Akım Kanunu

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad (3)$$

Gauss Elektrik Alan Kanunu

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \quad (4)$$

Burada  $\mathbf{E}$  elektrik alan şiddeti (Volt/metre),  $\mathbf{D}$  elektrik akı yoğunluğu (Coulomb/m<sup>2</sup>),  $\mathbf{H}$  manyetik alan şiddeti (Amper /metre),  $\mathbf{B}$  manyetik akı yoğunluğu (Weber/m<sup>2</sup>),  $\mathbf{J}$  elektrik akım yoğunluğu (Amper/m<sup>2</sup>) ve  $\rho$  hacimsel elektrik yük yoğunluğudur (Coulomb/m<sup>3</sup>).

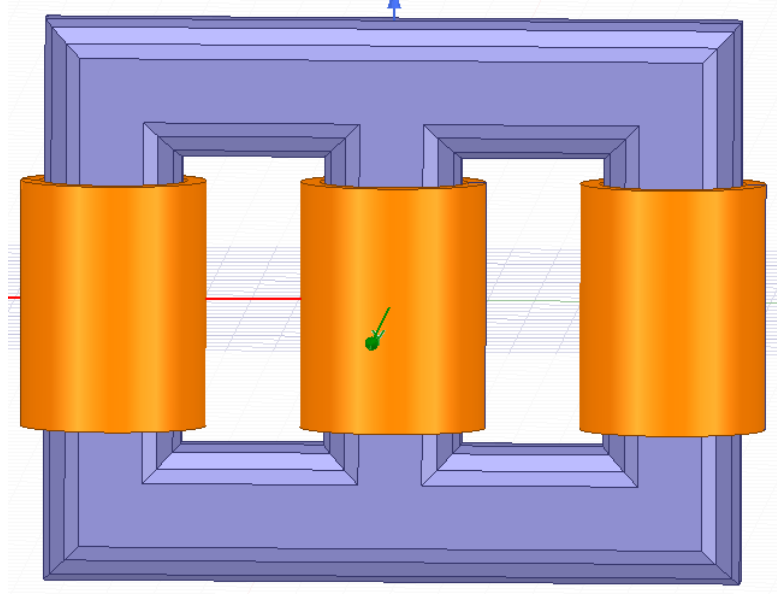
Burada özetlenen olay değişen elektrik alanının manyetik alanı meydana getirdiği, benzer şekilde zamanla değişen manyetik alanın da elektrik alanını doğurduğudur.

Üç fazlı bir transformatörün hareketli parçası yoktur, bu nedenle statik bir elektromekanik cihazdır. Dengeli elektromanyetik alan, sekonder sargılarla elektromanyetik olarak birleştirilen üç fazlı primer sargılar tarafından oluşturulur. İkincil sargıda malzemenin iletkenliği, yapısında döner parça bulunmadığından primerin iletkenliği ile aynı olacaktır. Yüksüz koşullar altında, primer sargı nominal gerilim ile temsil edilirken sekonder sargı açık tutulur, böylece akım akışı olmaz. Yüksüz durumda, malzemede meydana gelen kayıplar aşağıdaki nedenlerden dolayıdır.

- i) Manyetik histerezis olarak adlandırılan, manyetizmayı sürdürme ve içindeki herhangi bir varyasyonla yüzleşme eğilimi
- ii) Malzemede gerilimler ve zamanla değişen akı nedeniyle indüklenen akımlar nedeniyle oluşan kayıplar.

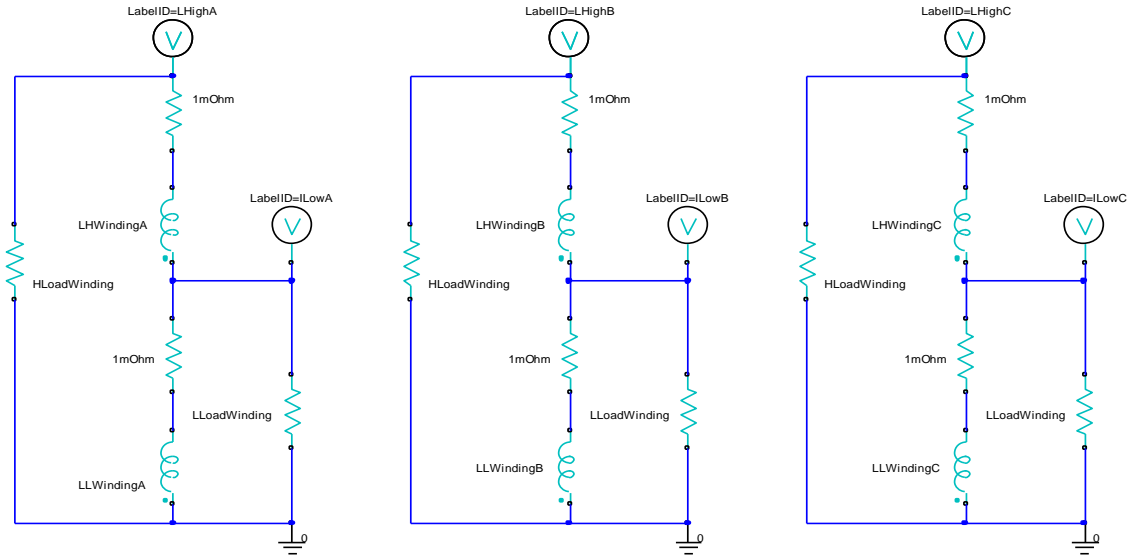
## 2.2 Modelin Geometrisi

Transformatör, elektromanyetik indüksiyon yoluyla devreler arasında güç aktarımı ilkesi üzerine inşa edilmiştir. Burada üç fazlı bir transformatör ele alınmış ve modellenmiştir. Sargılar arasındaki akı bağı temel olarak bir transformatörün performansını etkiler [7]. Analizlerde kullanılan transformatörün primer ve sekonder sargıları, Şekil 1'de verildiği gibi çekirdeğin üç bacağı etrafına yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Transformörün geometrisi

Tasarlanan transformörün uyarılması için özel harici devre şeması Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Harici uyarma devresi şeması

Modellenen transformörün elektriksel ve bazı tasarım verileri Tablo 2’de verilmiştir. Bu veriler programa tanımlanarak analiz gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** Transformatörün özellikleri

Parametre	Değer
Nominal güç	15 MVA
Primer gerilimi	33.000 V
Sekonder gerilimi	11.000 V
Deneysel nüve kaybı	12.500 W
Teorik nüve kaybı	12.360 W
Deneysel bakır kaybı	97.000 W
Teorik bakır kaybı	96.848 W
Çalışma frekansı	50 Hz
Nüve malzemesi	M125-027S, M530-50A
Akım yoğunluğu	1.8 A/m <sup>2</sup>

Üç farklı manyetik çekirdek malzemesi incelenmiştir. Simülasyonun amacı, transformatör çekirdeğindeki manyetik akı yoğunluğu, manyetik vektör potansiyeli ve akım yoğunluğu dağılımlarını incelemektir. Üç fazlı transformatörün analizi, üç farklı çekirdek malzemesi türü değiştirilerek yapılmıştır. Malzeme değişiminin etkisi, manyetik akı yoğunluğu, manyetik vektör potansiyeli ve akım yoğunluğu olarak ifade edilir. Her üç modelde de sınır koşulları, uyarımlar ve diğer ilgili parametreler aynı tutulmuştur. Farklı çekirdek malzemelerinin sahip üç modelin tümüne verilen parametreler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Farklı nüve malzemelerinin parametreleri

Nüve malzemesi	M125-027S	M530-50A	CRGO silikon çelik
Elektriksel iletkenlik (S/m)	5000000	1960000	1.72117
Bağıl geçirgenlik	1	1	1
Curie sıcaklığı (°C)	810	750	785
Manyetik akı saturasyonu (T)	1.4-2	1.5-2.1	1.5-1.8



### 2.3 Farklı Nüve Malzemesinin Manyetik Akı Yoğunluğu ve Nüve Kayıpları Üzerindeki Etkisi

En temel trafo denklemi:

$$\Psi = \Phi_{\max} \sin(\omega t) \quad (5)$$

$$e_1 = \frac{d\lambda_1}{dt} = N_1 \frac{d\Psi}{dt} = \omega N_1 \Phi_{\max} \cos(\omega t) \quad (6)$$

$$\omega = 2\pi f \quad (7)$$

$$E_1 = \frac{2\pi f}{\sqrt{2}} N_1 \Phi_{\max} = \sqrt{2}\pi f N_1 \Phi_{\max} \quad (8)$$

$$\Phi_{\max} = \frac{E_1}{\sqrt{2}\pi f N_1} \quad (9)$$

$$\Psi = \int_0^S B \cdot d_A = B \cdot S = B_{\max} \cdot S \cdot \sin(\omega t) \quad (10)$$

$$B_{\max} = \frac{E_1}{\sqrt{2}\pi f S N_1} = \frac{E_1}{4.44 S f N_1} \quad (11)$$

şeklindedir.

Bu çalışmada kullanılan sayısal hesaplama yönteminde, nüve kayıplarının hesaplanması aşağıda verilen denklemlere ve sabit değerlere göre hesaplanmaktadır.

- Eddy akım kayıpları:

$$P_e = k_c (f B_m)^2 \quad (12)$$

- Histeresis kayıplar:

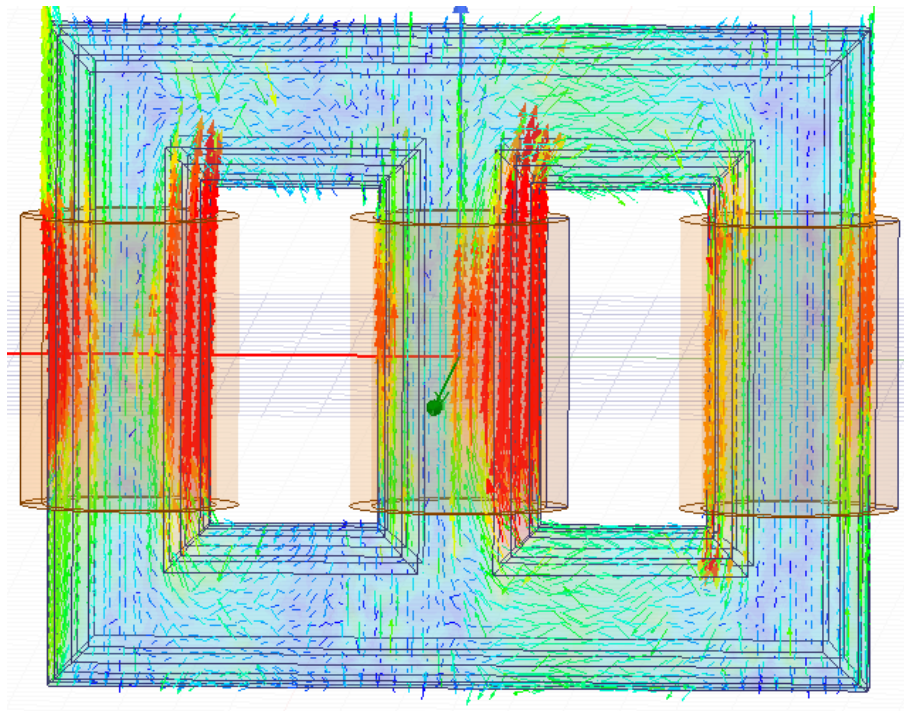
$$P_h = k_h f B_m^2 \quad (13)$$

$$k_c = \pi^2 \sigma \frac{d^2}{6} \quad (14)$$

Burada  $\sigma$  iletkenlik,  $d$  sac kalınlığıdır. Katsayılar  $K_1$  ve  $K_2$ ,  $f$  frekans,  $B$  manyetik akıdır.

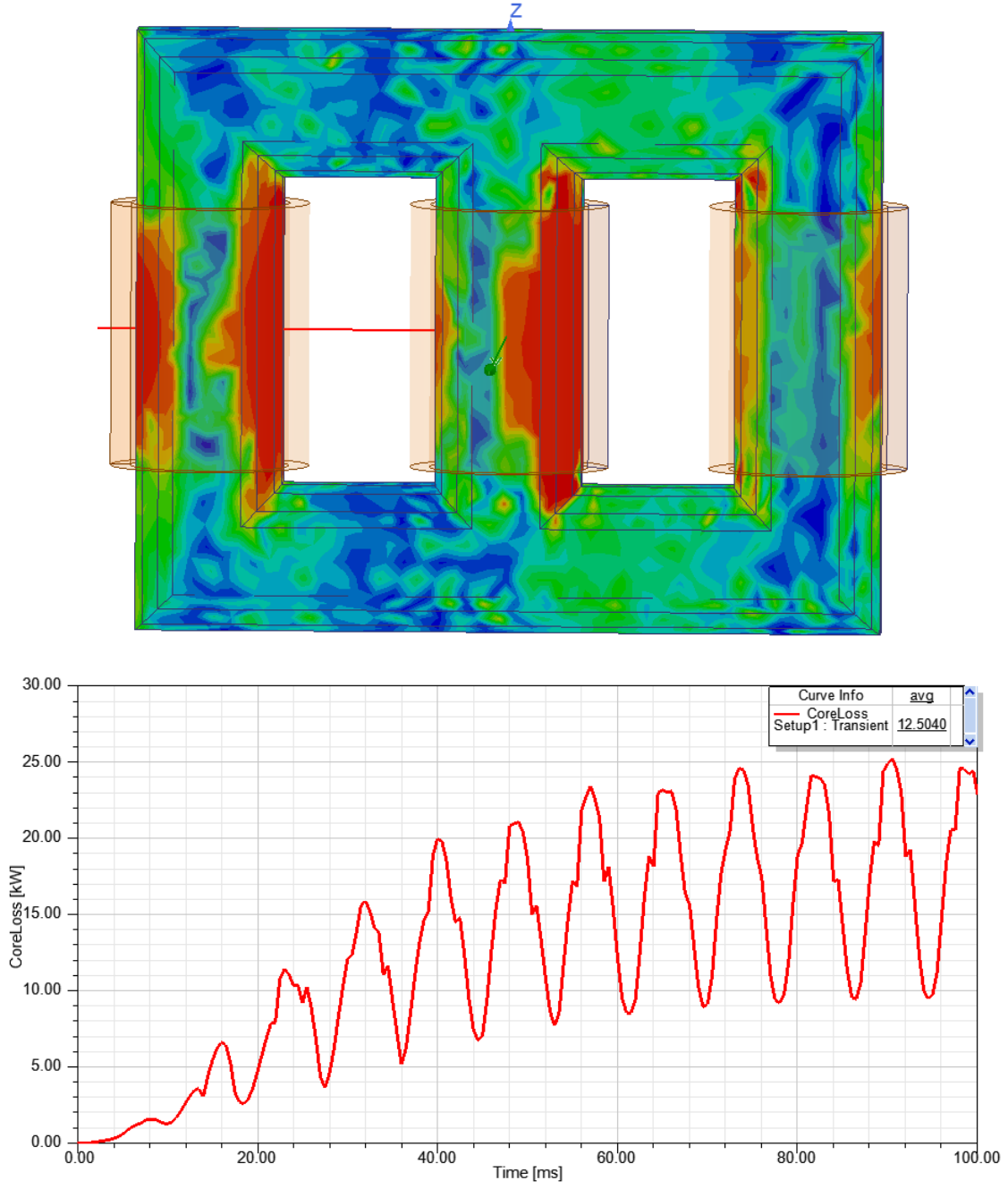
### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Transformatör çekirdeğindeki girdap kayıpları, yüksek dirençli çekirdek ve daha ince laminasyonlar kullanılarak azaltılabilir. Simülasyon çalışmasında, Şekil 5'te gösterildiği gibi, manyetik vektör potansiyeli ve üç tip çekirdek malzemedeki kaynaklanan akım yoğunluğu için karşılaştırmalı bir çalışma yapılmıştır. Maksimum akı yoğunluğu  $B_{max}$ , kullanılan çekirdek malzemeye bağlıdır. Sonlu Elemanlar Yöntemi, transformatör içindeki manyetik akı dağılımını, transformatörün manyetik parametreleri ve geometrik ölçümleri ile hesaplamak için uygulanır. Şekil 3'te, amorf malzemeli transformatör çekirdeğindeki manyetik akı yoğunluğu dağılımı gösterilmiştir.

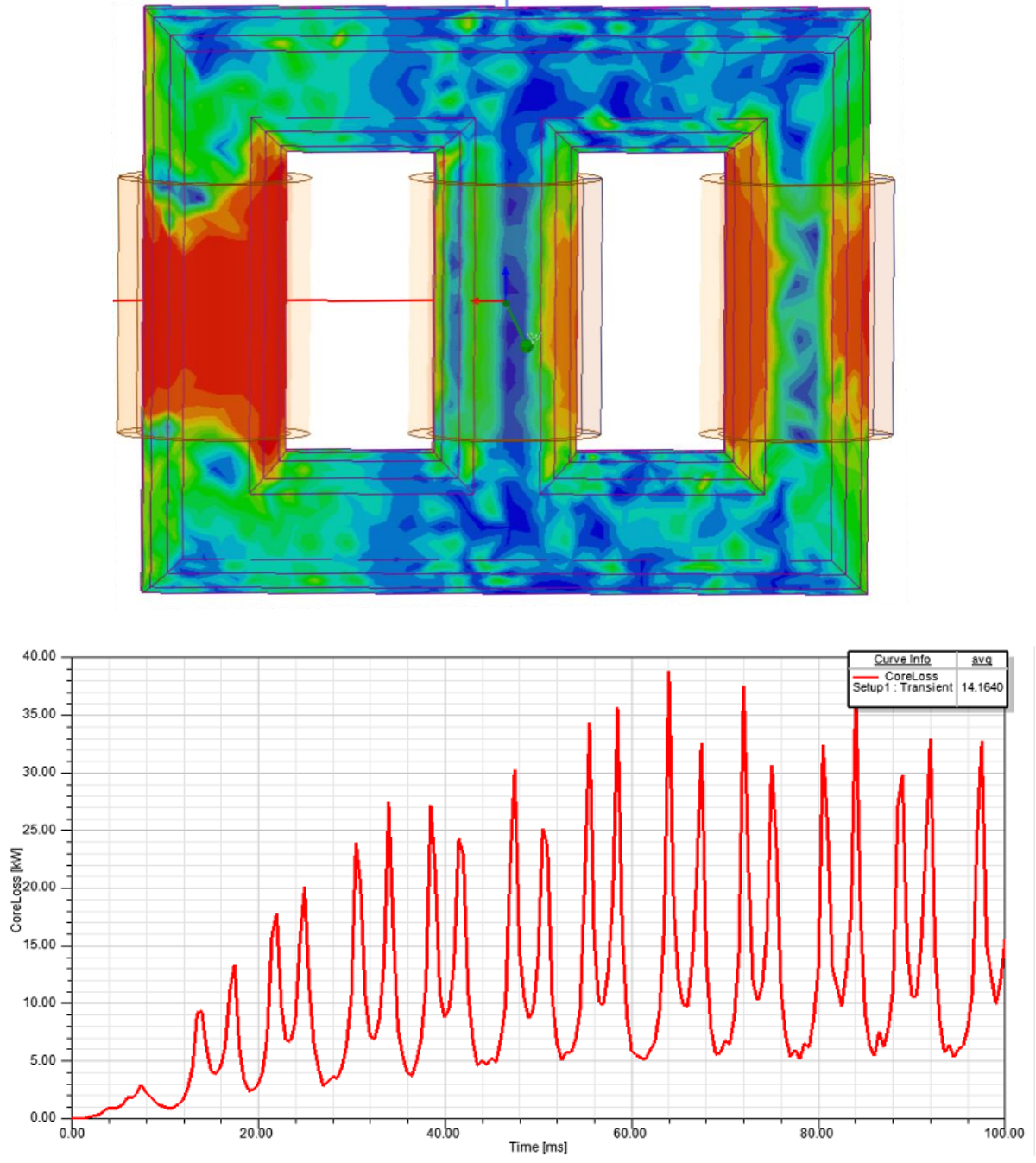


Şekil 3. Trafodaki manyetik akı yoğunluğu dağılımı

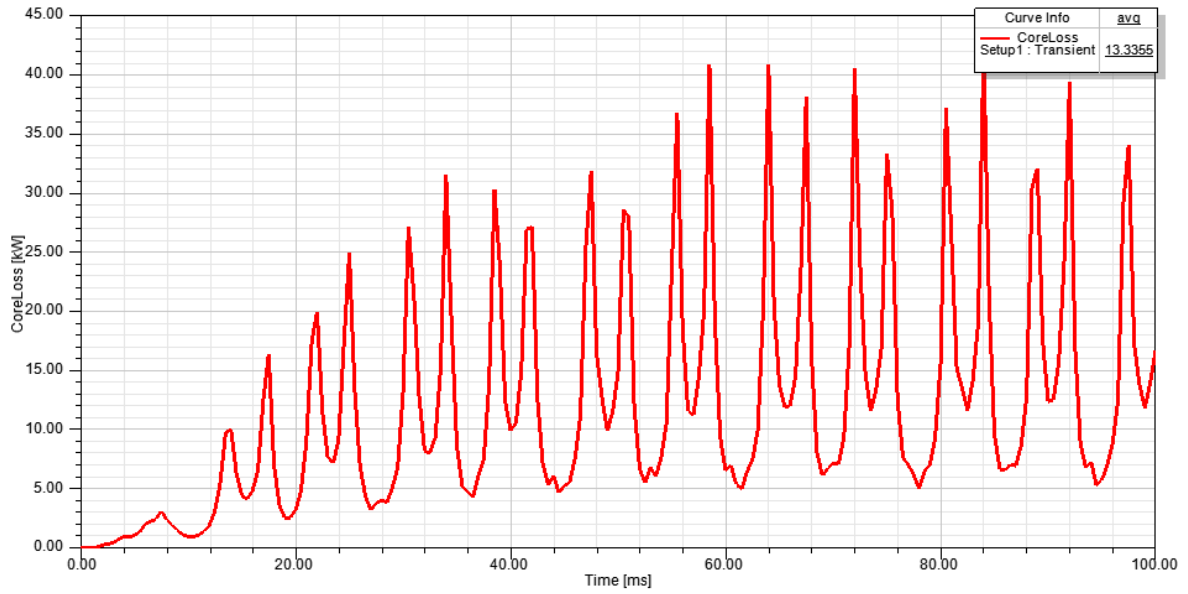
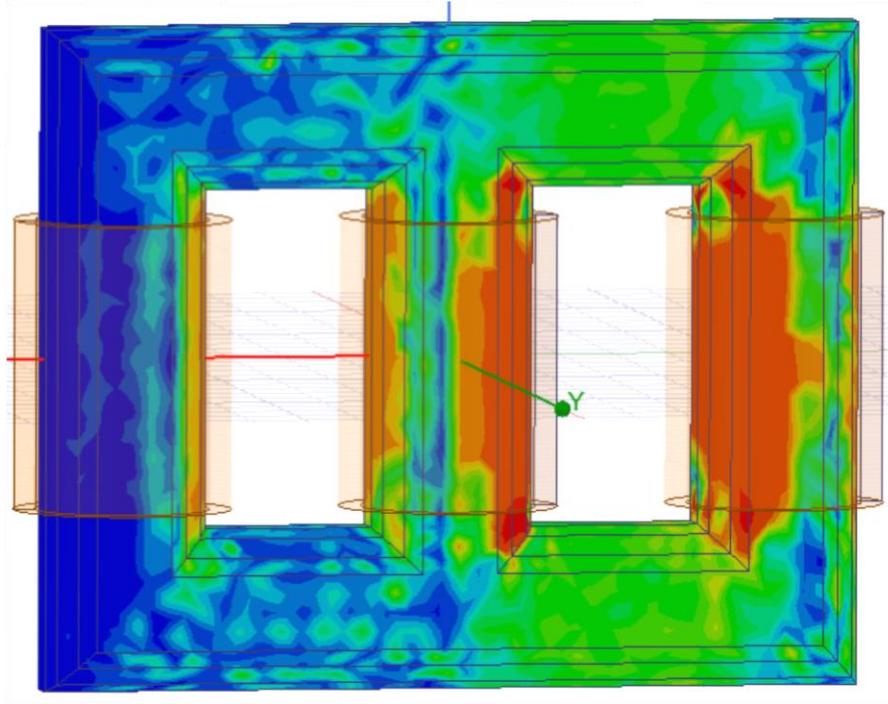
Simülasyon çalışmasında, Şekil 4-6'da verildiği gibi, her üç tip çekirdek malzeme için akı yoğunluğu ve kayıplar için karşılaştırmalı bir çalışma yapılmış ve sonuçlar şekillerle sunulmuştur.



Şekil 4. M125-027S malzemesi için trafodaki manyetik akı yoğunluğu dağılımı ve nüve kayıp eğrisi



Şekil 5. M530-50A malzemesi için trafodaki manyetik akı yoğunluğu dağılımı ve nüve kayıp eğrisi



Şekil 6. CRGO malzemesi için trafodaki manyetik akı yoğunluğu dağılımı ve nüve kayıp eğrisi

Şekil 4, 5 ve 6 karşılaştırıldığında Şekil 4'te nüve üzerindeki manyetik akı değerinin daha düşük olduğu ve bağlı olarak kayıpların daha az olduğu görülmüştür. Farklı malzemelerle detaylı bir karşılaştırma yapmak için elektromanyetik özellikler için sayısal simülasyonlar yapılmıştır. Üç tasarımın analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Nüve kayıplarının karşılaştırılması

	M125-027 malzemesi	M530-50A malzemesi	CRGO malzemesi
Nüve Kaybı	12.41 kW	14.1 kW	13.3 kW
Maksimum Akı yoğunluğu	1.84 T	1.98 T	1.93 T

Bu çalışmada, transformatör çekirdeğindeki akı dağılımını, vektör potansiyelini ve akım yoğunluğunu incelemek için bir girişimde bulunulmuştur. Akı yoğunluğu yüksek olduğunda, Amorf tipte transformatör çekirdeği anormal bir anizotropi gösterir. Elektromanyetik özelliklerini incelemek için, amorf çekirdek malzemesinin anizotropisinin etkileri, yüksek akı yoğunluğu koşulları altında gözlemlenmiştir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, üç fazlı transformatörün çekirdeğinde gerçekleştirilen sayısal analizler üzerinde çalışma yapılmıştır. Transformatörün kayıplarının değerlendirilmesinde nüve malzemesinin etkisi üzerine odaklanılmıştır. Bunun için transformatörün elektromanyetik özelliklerinin incelenmesi sırasında amorf çekirdekli transformatörlerin hangi malzeme ile daha düşük kayıplara ve daha düşük elektromanyetik akı yoğunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir. Manyetik akı yoğunluğu ve nüve kayıp eğrileri incelendiğinde en uygun nüve malzemesinin M125-027 çeliği olduğu görülmektedir. Amorf malzemeli üç fazlı transformatörlerin analizi hala araştırma aşamasındadır. Tasarım, teknoloji ve uygulama üzerine daha fazla araştırma ile güçlendirilmek istenmektedir. Bu çalışma, deneysel olarak test etmenin maliyetli ve zor olduğu bir transformatörün testlerinin sonuçlarının önceden bir program aracılığıyla tahmin edilmesi amacıyla yapılmıştır. Burada transformatörün tasarım aşamasından önce prototip sayısı azaltılarak maliyetin düşürülmesi ve testlerin sonuçlarının önceden tahmin edilebilmesi hedeflenmiştir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] T. Zupan, B. Trkulja, R. Obrist, T. Franz, B. Cranganu-Cretu, and J. Smajic. “Transformer windings rlc parameters calculation and lightning impulse voltage distribution simulation”, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol.52, no.3, pp.1-4, March 2016.
- [2] T. Zheng, Y.J. Zhao, J. Ying, P.L. Chen, F.F. Zhang “Design and analysis on the turn-to-turn fault protection scheme for the control winding of a magnetically controlled shunt reactor”, *IEEE Transactions*, vol. 30, no.2, pp. 967-975, 2015.
- [3] M. Yazdani-Asrami, M. Mirzaie, A.S. Akmal, No-load loss calculation of distribution transformers supplied by nonsinusoidal voltage using three-dimensional finite element analysis, *Energy*, vol. 50, no. 1, pp. 205-219, 2013.
- [4] M. Ostrenko and B. Andriienko, "Transformer impulse surges calculation by FEM coupled to circuit," in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 53, no. 6, pp. 1-4, June 2017, Art no. 7401804.
- [5] T. Zheng, Y.J. Zhao, J. Ying, P.L. Chen, F.F. Zhang, “Design and analysis on the turn-to-turn fault protection scheme for the control winding of a magnetically controlled shunt reactor”, *IEEE Transactions*, vol. 30, no.2, pp.967-975, 2015.
- [6] B. Qi, X. Zhao, C. Li, H. Wu, Transient electric field characteristics in oil-pressboard composite insulation under voltage polarity reversal. *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 22, pp. 2148–2155, 2015.
- [7] Y. Özüpak, M. S. Mamıs, Realization of electromagnetic flux and thermal analyses of transformers by finite element method. *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, vol.14, no.10, pp. 1478-1484. Doi: 10.1002/tee.22966, 2019.
- [8] Y. Özüpak, M. S. Mamıs, İ. H. Teke, “Electromagnetic Field and Total Loss Analysis of Transformers by Finite Element Method.” *International Journal of Engineering And Computer Science*, vol.8, no.1, pp. 24451-24460. Yayın No: 5774086, 2019.
- [9] P. Huang, C. Mao, D. Wang, “Electric Field Simulations and Analysis for High Voltage High Power Medium Frequency Transformer” *Energies*, vol.10, no.3, pp.371, doi:10.3390/en10030371, 2017.
- [10] M. Ostrenko, B. Andriienko, "Transformer impulse surges calculation by FEM coupled to circuit," in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 53, no. 6, pp. 1-4, June 2017. Art no. 7401804.
- [11] K. Sarpreet, K. Damanjeet, Analysis of effect of core material on the performance of single phase transformer using FEM, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 561, 012129, 2019. doi:10.1088/1757-899X/561/1/012129



- [12] A. Lotfi, M. Faridi, 2012. Design optimization of gapped-core shunt reactor". *IEEE*, vol. 48, no.4, pp.1673-1676
- [13] P. Beckley, *Electrical steels for rotating machines*, No. 37, IET, 2002.
- [14] M. Zare, S.M.P. Razi, H.F. Farahani and A. Khodakarami, Finite Element Analysis of Leakage Inductance of 3-Phase Shell-Type and Core Type Transformers. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, vol. 4, no. 12, pp.1721-1728. 2012.





*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Silindirle Sıkıştırılmış Betonlarda Su/Çimento Oranının Etkileri

### *The Effects of Water/Cement Ratio on Properties of Roller Compacted Concretes*

İsmail KILIÇ<sup>1,\*</sup>, Saadet Gökçe GÖK<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 39100, Kırklareli, Türkiye

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

Alınış, 03 Şubat 2021

Revize, 01 Mayıs 2021

Kabul, 04 Haziran 2021

Online Yayınlama, 05 Haziran 2021

##### Anahtar Kelimeler

Silindirle sıkıştırılmış beton, Beton yol, Basınç altında su işleme derinliği, Aşınma

#### ÖZ

Deneysel çalışmada, C30/37 sınıfı silindirle sıkıştırılmış beton (SSB) tasarımı yapılmıştır. Karışımda, CEM I 42,5 R portland çimentosu, dört farklı boyutta agrega ve şebeke suyu kullanılmıştır. Su/çimento oranları 0,32, 0,35, 0,38 ve 0,41 olarak belirlenmiştir. Farklı su/çimento ile yapılan karışımlarda su miktarı sabit tutulmuş, çimento ve agrega miktarlarında değişiklik yapılmıştır. 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarının tespiti için 15 cm çapında ve 30 cm yüksekliğinde silindir, 28 günlük eğilme dayanımları için 15 cm x 15 cm x 75 cm boyutlarında prizmatik kiriş, basınç altında su işleme derinliği ve aşınma için ise 15 cm x 15 cm x 15 cm küp SSB örnekleri üretilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, silindirle sıkıştırılmış betonlarda su/çimento oranının, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, basınç altında su işleme derinliği ve aşınma gibi betonun özelliklerine etkileri belirlenmiştir.

#### ARTICLE INFO

##### Article History

Received, 03 February 2021

Revised, 01 May 2021

Accepted, 04 June 2021

Available Online, 05 June 2021

##### Keywords

Roller compacted concrete, Concrete road, Depth of water penetration under pressure, Wear

#### ABSTRACT

In the experimental study, roller compacted concrete (RCC) with concrete class of C 30/37 was designed. CEM I 42.5 R Portland cement, four different sizes of aggregate and tap water were used in the mixtures. Water/cement ratios were determined as 0.32, 0.35, 0.38 and 0.41. The water amount was kept constant where the cement and aggregate amounts were changed in concretes having different water/cement ratios. Cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm were produced for the determination of the compressive strengths at the ages of 7 and 28 days. 15 cm × 15 cm × 75 cm sized prismatic beams were produced to determine the flexural strengths at the age of 28 days while 15 cm × 15 cm × 15 cm cubic RCC specimens were produced to determine the depth of water penetration under pressure and wear resistance. According to the results of the data obtained, the effects of water/cement ratio on properties of concrete were determined.

\*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: [ismail.kilic@klu.edu.tr](mailto:ismail.kilic@klu.edu.tr) (İsmail KILIÇ), [saadet.gokce.gok@klu.edu.tr](mailto:saadet.gokce.gok@klu.edu.tr) (Saadet Gökçe GÖK)

## 1. GİRİŞ

Silindirle sıkıştırılmış beton (SSB) üretimi, geleneksel betonda kullanılan bileşenlerin farklı oranlarda karıştırılması ile elde edilmektedir [1]. SSB sertleşmemiş halde iken üzerinden silindir geçmesine olanak verecek şekilde kuru kıvamda olan bir beton türüdür [2]. SSB’de su/çimento oranı 0,20 - 0,40 arasında değişmektedir [3]. Silindirle sıkıştırılmış betonların taze halde çökmesi olmadığı gibi karışım oldukça kuru haldedir. Üretim sırasında kullanılan malzemeler, geleneksel beton üretiminde kullanılan malzemelerle benzerlik gösterdiğinden avantaj sağlamaktadır. SSB taze halde iken geleneksel betona göre işlenebilirlik açısından zayıftır ve daha çok zemin dolgu malzemesi gibi görünmektedir. Bununla birlikte SSB sertleşince, geleneksel beton özellikleri göstermektedir [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]. Ayrışma olmaması, karıştırmayı kolaylaştırmak ve yüzey düzgünlüğünü oluşturmak amacıyla SSB karışımlarında dane boyutu yüksek seçilmemelidir [17, 18].

SSB, düşük maliyet, hızlı ve kolay üretim gibi avantajlarıyla öne çıkan, geleneksel betona göre daha fazla miktarda agrega içeren ve taze halde sıfır çökmeye sahip karışımlardır [19]. Düşük su/çimento oranı ile üretilen silindirle sıkıştırılmış beton (SSB), genellikle yol kaplamalarında ve saha betonlarında kullanılmaktadır. SSB’nin normal betona göre hiç çökme göstermemesi, bağlayıcı madde oranının daha az olması, daha az hidrasyon ısısının oluşması, yol ekipmanları ile serilip sıkıştırılabilmesi, hızlı üretimi ve ekonomik olması en önemli farklılıklarıdır [20]. SSB yolların en önemli üstünlüğü ise gerek beton kaplamalar gerekse çok tabakalı asfalt kaplamalara göre çok daha hızlı kullanıma açılması ve ekonomik olmasıdır [18, 21]. Ayrıca, SSB yol yapımında hiçbir zaman kalıp kullanılmamakta, genellikle yüzey düzeltme işlemi yapılmamakta, kayma donatısı ve bağ donatısı gibi herhangi bir çelik donatı kullanılmamaktadır [1]. Yurtdışındaki uygulamalar sonrasında edinilen verilere göre SSB’nin birim maliyeti genellikle benzer bir kesitteki beton veya asfalt kaplamadan daha ucuzdur. Maliyetteki tasarruf yüzdesi ise genellikle yerleştirme işlemlerindeki karmaşıklığa ve uygulamadaki betonun toplam miktarına bağlı olarak değişmektedir. SSB’nin geleneksel betona göre daha ekonomik olmasının sebebi çimento miktarındaki, yerleştirme maliyetindeki ve inşaat süresindeki azalmalarla açıklanmaktadır [18].

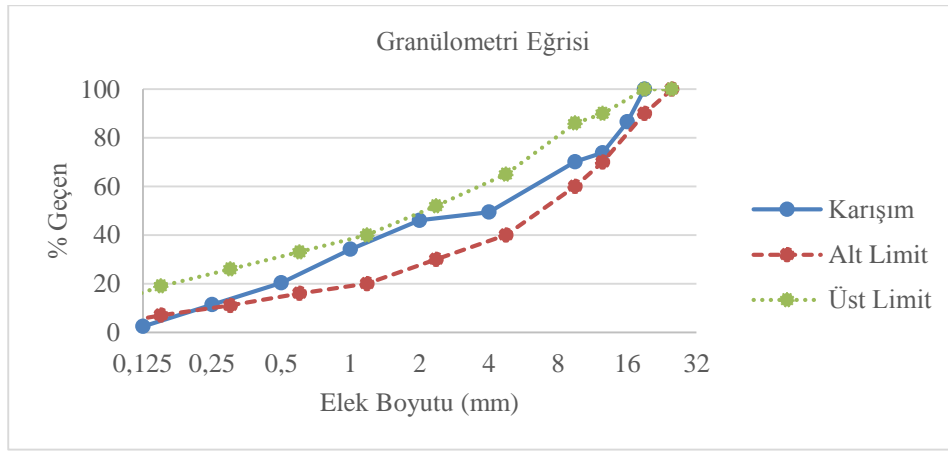
Silindirle sıkıştırılmış betonların olumsuz yanları göz önüne alındığında, kuru kıvamdaki yapılarından dolayı karıştırıcıdaki üretim hacmi geleneksel betona göre düşük olmaktadır [22]. SSB’nin karıştırılması, taşınması, serilmesi ve sıkıştırma işlemleri mümkün olduğunca en kısa zamanda ve ayrışmaya uğratılmadan yapılmalıdır [23]. Taşıma sırasında SSB’nin işlenebilirliğini kaybetmemesi için uygun taşıma yöntemi seçilmelidir [24]. SSB tabakasının, sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra iki saat içinde su veya kimyasal kür malzemesi ile kaplanması gerekmektedir [25].

SSB üretiminde, doğru agrega gradasyonu ile çimento dozajı azaltılabilir, işlenebilirlik iyileştirilebilir ve performans artırılabilir [26]. SSB'nin mekanik özelliklerini iyileştirmek amacıyla polipropilen lifler kullanılabilir [27,28]. Polipropilen liflerin yanı sıra çatlak oluşumunu önlemek amacıyla çelik lifler de kullanılabilir [29].

Yapılan çalışmanın amacı, çökmesi sıfır olacak şekilde silindire sıkıştırılmış betonların ideal su/çimento oranını belirlemek ve karışımdaki su/çimento oranının değişimine göre SSB özelliklerinde meydana gelecek değişiklikleri tespit etmektir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Silindire sıkıştırılmış beton (SSB) karışımında, Pınarhisar Limak Trakya Çimento fabrikasında üretilen CEM-I 42,5 R portland çimentosu, Kırklareli şebeke suyu, agrega olarak kırmataş II (12,5-19 mm), kırmataş I (8-12,5 mm), taş tozu (0-8 mm) ve doğal kum (0-4mm) kullanılmıştır. Maksimum agrega tane çapı ( $d_{maks}$ ) 19 mm olarak seçilmiştir. Agregalar kendi aralarında % 25 oranında karıştırılarak kullanılmıştır. Agrega karışımının granülometri eğrisi Şekil 1'de verilmiştir. Kullanılan agregaların özgül ağırlık değerleri kırmataş II, kırmataş I, taş tozu ve doğal kum için sırasıyla 2,80, 2,80, 2,81 ve 2,76 g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Agrega granülometrisi

Beton karışım hesabı, beton sınıfı C30/37 olacak şekilde tasarlanmış olup her bir üretim için karışımdaki malzeme miktarları Tablo 1'de verilmiştir. Su/çimento (s/ç) oranları 0,32, 0,35, 0,38 ve 0,41 olan dört farklı grup silindire sıkıştırılmış beton üretilmiştir. Farklı s/ç oranlarında karışım hesabı yapılırken su miktarı sabit tutulmuş, çimento ve agrega miktarında değişiklik yapılmıştır. Her bir s/ç oranında çökme değeri sıfır olacak şekilde tasarım yapılmıştır. Çimento dozajı belirlenirken, KGM [30] beton yol kaplamaları teknik şartnamesinde belirtilen minimum 340 kg/m<sup>3</sup> koşulu dikkate alınmıştır. Belirlenen dozajların silindire sıkıştırılmış betonlar için yüksek bir değer olduğu bilinmekle birlikte,

Kuzey Amerika'daki birçok SSB yol projesinde kullanılan çimento dozajları  $300 \text{ kg/m}^3$  ile  $500 \text{ kg/m}^3$  arasında değişmektedir [31].

**Tablo 1.** Karışımdaki malzeme miktarları

SSB Kodu	S/Ç	Su ( $\text{kg/m}^3$ )	Çimento ( $\text{kg/m}^3$ )	Kırmataş II ( $\text{kg/m}^3$ )	Kırmataş I ( $\text{kg/m}^3$ )	Taş Tozu ( $\text{kg/m}^3$ )	Doğal Kum ( $\text{kg/m}^3$ )
A	0,32	150	469	479,25	479,25	479,25	479,25
B	0,35	150	429	488,25	488,25	488,25	488,25
C	0,38	150	395	495,75	495,75	495,75	495,75
D	0,41	150	366	502,25	502,25	502,25	502,25

SSB üretimi ASTM C 1435 [32] standardına göre yapılmıştır. Literatürde belirtilen [31], alt ve üst sınırların arasında kalacak granülometride agrega karışımları hazırlandıktan sonra su, çimento ve agrega içeren farklı beton karışımları üretilerek sıkıştırma işlemi yapılmıştır. Silindir SSB örnekleri üretilirken sıkıştırma işlemi üç tabaka halinde yapılmış, her bir tabaka yirmi saniye boyunca sıkıştırılmıştır. Kiriş ve küp örneklerin üretiminde ise iki tabaka halinde sıkıştırma işlemi yapılmıştır. Sıkıştırma işlemleri, standarda uygun olarak vibratörlü çekiç ile yapılmıştır. Şekil 2 ve Şekil 3'te SSB örneklerinin üretim ve deney aşamasına yönelik görseller verilmiştir.



**Şekil 2.** Mikserde karıştırılmış SSB ve küp örneğin vibratörlü çekiç ile sıkıştırma öncesi görüntüsü

7 ve 28 günlük basınç dayanımlarının tespiti için 15 cm çapında ve 30 cm yüksekliğinde silindir, 28 günlük eğilme dayanımları için 15 cm x 15 cm x 75 cm boyutlarında prizmatik kiriş, basınç altında su işleme derinliği ve aşınma direnci için ise 15 cm x 15 cm x 15 cm küp SSB örnekleri üretilmiştir. Her bir s/ç oranı için 6 adet silindir, 3 adet kiriş ve 2 adet küp olmak üzere, toplamda 24 adet silindir, 12 adet kiriş ve 8 adet küp SSB örneği üretilmiştir. SSB örneklerine s/ç oranı 0,32 için A, 0,35 için B, 0,38 için C ve 0,41 için D kodu verilmiştir.



Şekil 3. SSB kiriş örneğinin vibratörlü çekiç ile sıkıştırma öncesi ve silindir numunenin basınç presi ile kırılma sonrası görüntüsü

Elek analizi TS EN 933-1 [33], özgül ağırlık TS EN 1097-6 [34], çökme deneyi TS EN 12350-2 [35], taze beton birim hacim ağırlık TS EN 12350-6 [36], basınç dayanımı TS EN 12390-3 [37], eğilme dayanımı TS EN 12390-5 [38] standartlarına göre yapılmıştır.

Basınç altında su işleme derinliği deneyi, TS EN 12390-8 [39] standardına uygun olarak küp SSB örnekleri üzerinde yapılmıştır. Küp örnekler 5 bar hava basıncı ile su geçişi olacak şekilde cihaza sabitlendikten sonra 72 saat ve  $(500 \pm 50)$  kPa su basıncı altında bekletilmiştir. Bekletilme süresi sonunda cihazdan çıkartılan örnekler ikiye bölünmüştür. Deney alanı içerisinde basınç altında suyun işlediği en büyük derinlik ölçülerek milimetre cinsinden yazılmıştır.

Aşınmanın belirlenmesinde, zemin kaplamalarında kullanılan, doğal taş ve beton ürünlerinde aşınma direncinin belirlenmesi amacı ile tasarlanmış geniş diskli dikey aşındırma cihazı kullanılmıştır. Cihazın 70 mm kalınlıkta bir diski mevcut olup 75 devir/dk hızla dönmektedir. Test yapılırken aşındırıcı toz kullanılmıştır. SSB örneği yüzeyine, aşındırıcı toz ile birlikte sürtünerek dönen diskin, yüzeyde açmış olduğu oyuğun alt ve üst sınır çizgileri arasındaki mesafe 0,5 mm duyarlılıkta ölçülerek deney tamamlanmıştır. Bu mesafe, oyuğun derinliği ile bağlantılı olduğundan, BS EN 1342 [40] standardına uygun olarak aşınma direnci tespitinde dikkate alınmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

SSB örneklerinde çökme deneyi yapılmış, tasarlanan karışımların tamamında çökme değerleri sıfır olarak belirlenmiştir. Su/çimento oranının artmasına rağmen çökmenin sıfır olması, karışımda kullanılan ince yapılı taş tozu miktarının fazlalığına bağlanmıştır.

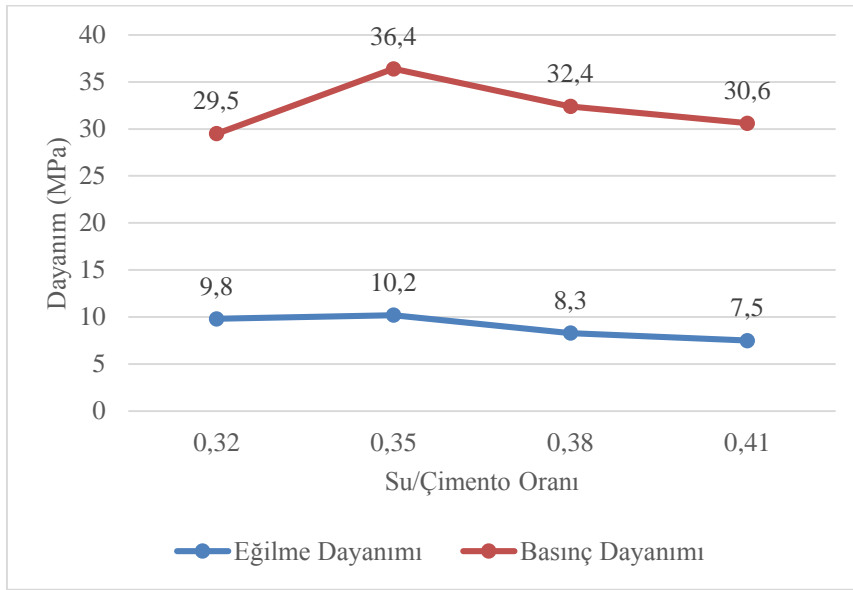


Farklı su/çimento oranına sahip silindire sıkıştırılmış beton numunelerden elde edilen deney sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Eğilme dayanımı, basınç dayanımı, basınç altında su işleme derinliği ve aşınma değerleri ayrıca Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6’da grafikler halinde sunulmuştur.

**Tablo 2.** SSB örneklerinin, birim hacim ağırlık, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, basınç altında su işleme derinliği ve aşınma değerleri

SSB Kodu	Su/Çimento Oranı	Birim Hacim Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Basınç Dayanımı (MPa)		Eğilme Dayanımı (MPa)	Basınç Altında Su İşleme Derinliği (mm)	Aşınma (mm)
			7 Gün	28 Gün			
A	0,32	2,56	17,3	29,5	9,8	29	20
B	0,35	2,57	28,6	36,4	10,2	34	21
C	0,38	2,56	23,7	32,4	8,3	35	21,5
D	0,41	2,54	19,1	30,6	7,5	36	22,5

Uygulamada yolun hızlı bir biçimde kullanıma açılması gerektiği göz önünde bulundurulduğunda, erken yaşta beton basınç dayanımının yüksek olması önem kazanmaktadır. 7 günlük beton basınç dayanımı sonuçları incelenecek olursa B kodlu ve s/ç oranı 0,35 olan silindir numuneler 28,6 MPa dayanım değeri vermiştir. Aynı karışım ile 28 günlük basınç dayanımı 36,4 MPa ve 28 günlük eğilme dayanımı 10,2 MPa olmak üzere en yüksek değerler elde edilmiştir.

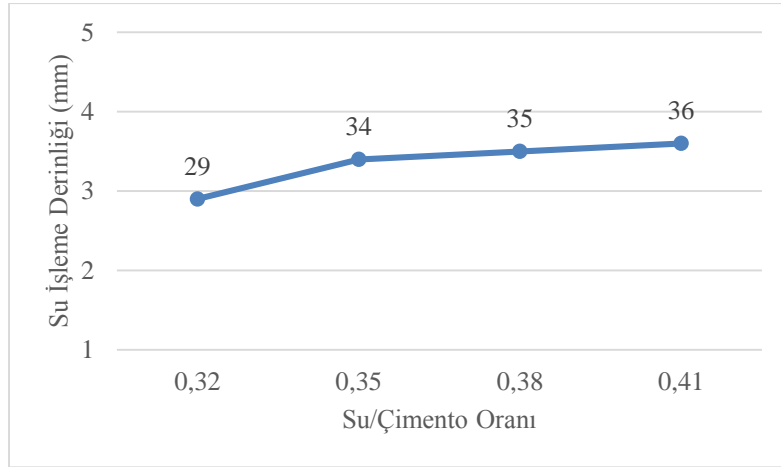


**Şekil 4.** 28 Günlük SSB örneklerinin eğilme ve basınç dayanım değerleri

28 günlük basınç dayanımı değerleri incelendiğinde 0,35, 0,38, 0,41 s/ç oranlarında C 30/37 sınıfı beton hedefine ulaşılmıştır. TÇMB [25] silindire sıkıştırılmış beton yollar teknik şartnamesinde belirtilen, silindire sıkıştırılmış betonun minimum karakteristik basınç dayanım sınıfı C30/37 olması gerektiği koşulu sağlanmıştır. Bu koşul sadece s/ç oranı 0,32 olan A kodlu karışımda sağlanamamıştır.

Bunun nedeni karışımlarda yüksek miktarda ince malzeme (taş tozu) olması ve A kodlu karışımda diğerlerine göre çimento miktarının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Muhtemelen, ince malzeme ve çimento dozajı karışımın su gereksinimini arttırmış ve çimentonun hidrate olabilmesi için gerekli olan su miktarı yetersiz kalmıştır. SSB kuru kıvamlı ve çökme sıfır olacak şekilde üretildiğinden, üretim aşamasında bu olumsuzluk fark edilememiştir. Ayrıca basınç dayanımı testi için üretilen silindir numunelerin 3 tabaka halinde sıkıştırılması sonucunda, tabakalar arasında bölgesel boşluklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu boşluklar nedeniyle tabakalar arasında yeterli aderans sağlanamamış ve basınç dayanımı değerlerinde düşme meydana gelmiştir.

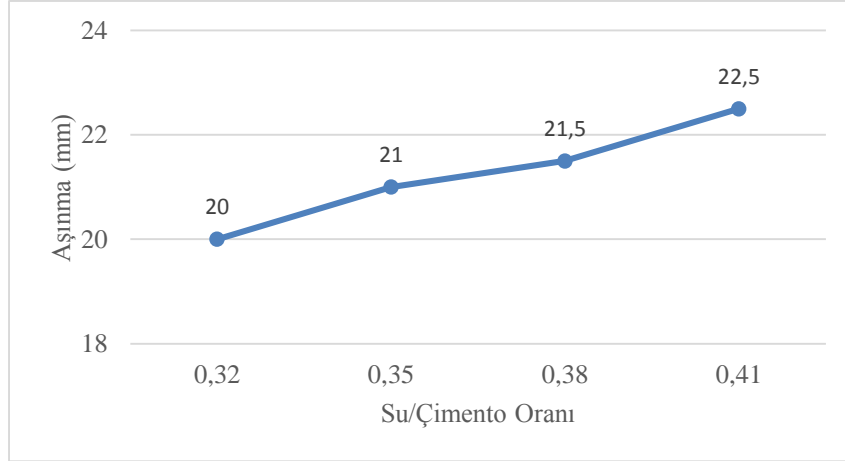
Eğilme dayanımı değerlerinde bütün s/ç oranlarında, TCMB [41] silindirle sıkıştırılmış beton tasarım rehberinde istenilen minimum 4,2 MPa değerinin üzerine çıkmıştır. En yüksek eğilme dayanımı değerini 10,2 MPa olarak B kodlu örnekler, en düşük eğilme dayanımı değerini ise 7,5 MPa olarak D kodlu örnekler vermiştir.



Şekil 5. Farklı S/Ç oranlarında SSB örneklerinin basınç altında su işleme derinlikleri

Farklı su/çimento oranlarına sahip kontrol SSB örneklerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, S/Ç oranı düştükçe su işleme derinliğinin de azaldığı tespit edilmiştir. En düşük su işleme derinliği, A kodlu S/Ç oranı 0,32 olan SSB örneğinde, 29 mm olarak belirlenmiştir. Bu veriler beton karışımında su miktarının artmasıyla birlikte boşluk oranının da arttığının göstergesi olmuştur.

TS EN 206 [42] standardında belirtilen maksimum su işleme derinliği 50 mm'den düşük ve numunelerin ortalama su işleme derinliği 40 mm'den küçük olduğunda betonun su geçirimsiz, eğer bu ortalama 30 mm'den daha az ise zararlı sulara karşı da dirençli olduğu kabul edilmektedir. Bu standarda göre, üretmiş olduğumuz SSB örneklerinin tamamının 40 mm'den daha az su işleme derinliğine sahip oldukları için su geçirimsiz beton sınıfında olduklarını söylemek mümkündür.



Şekil 6. Farklı S/Ç oranlarında SSB örneklerinin aşınma değerleri

Aşınmanın testinde, aşındırıcı toz ile dönen diskin yüzeyde açmış olduğu oyuğun alt ve üst sınır çizgileri arasındaki mesafe ölçülmüştür. Bu mesafe arttıkça, SSB örnekleri yüzeyinde açılan oyuğun derinliği de orantılı olarak artacaktır. Aynı zamanda bu mesafe arttıkça, ona ters orantılı olarak malzemenin aşınma direnci düşmektedir. Grafik incelendiğinde, S/Ç oranı ile birlikte aşınma miktarında artış olduğu görülmektedir. En yüksek aşınma 22,5 mm olarak D kodlu ve S/Ç oranı 0,41 olan SSB örneğinde, en düşük aşınma A kodlu ve S/Ç oranı 0,32 olan SSB örneğinde tespit edilmiştir.

#### 4. SONUÇLAR

Su/çimento oranı 0,32, 0,35, 0,38 ve 0,41 olarak üretilen SSB örnekleri üzerinde yapılan deneyler sonucu aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- SSB örneklerinde, A kodlu karışım hariç B, C ve D kodlu karışımlarda C 30/37 sınıfı beton dayanımına ulaşılmıştır.
- Eğilme dayanım değerleri A, B, C ve D olmak üzere tüm karışımlarda, beton yol uygulamaları için gerekli olan minimum 4,2 MPa dayanım değerini sağlamıştır.
- Basınç ve eğilme dayanımlarında en yüksek değerleri S/Ç oranı 0,35 olan karışım vermiştir.
- A kodlu karışım hariç tutulursa, S/Ç oranının artmasıyla birlikte basınç ve eğilme dayanımlarında düşüş tespit edilmiştir.
- S/Ç oranı arttıkça, SSB örneklerinde basınç altında su işleme derinliği ve aşınma miktarı da artmıştır.
- Basınç altında su işleme derinliği ve aşınma yönünden en iyi sonuçları S/Ç oranı 0,32 olan karışım vermiştir.

Ayrıca, basınç dayanımı testi için üretilen silindir numunelerin 3 tabaka halinde sıkıştırılması sonucu tabakalar arasında bölgesel boşluklar olduğu gözlemlenmiş ve bu boşluklar nedeniyle tabakalar



arasında yeterli aderansın sağlanamamış olmasının basınç dayanımı değerlerini olumsuz yönde etkilediği düşünülmüştür. Bu nedenle üretilecek olan SSB örneklerinin mümkünse tek tabaka halinde sıkıştırılması gerektiği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, üretim aşamasında vermiş olduğu katkılardan dolayı İnş.Yük.Müh. Ahmet Okan SAVAŞ'a teşekkür ederler.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

## YAZARLARIN KATKILARI

İsmail KILIÇ: Kavramsallaştırma, metodoloji, gözetim ve liderlik sorumluluğu, analiz, yazma-orijinal taslak hazırlama, yazma-inceleme ve düzenleme. Saadet Gökçe GÖK: Veri toplama, inceleme, verinin düzenlenmesi, görselleştirme.

## KAYNAKLAR

- [1] D. Harrington, F. Abdo, W. Adaska, C. Hazaree, *Guide for Roller Compacted Concrete Pavements*, National Concrete Pavement Technology Center, Institute for Transportation, Iowa State University, 2010.
- [2] N. Ağırlioğlu, *Baraj Planlama ve Tasarımı*, Su Vakfı Yayınları, c.2, s.259, İstanbul, 2005.
- [3] D. Luhr, *Roller Compacted Concrete Applications for Pavements*, Portland Cement Association, 2008.
- [4] M. Adamu, B.S. Mohammed and M.S. Liew, "Mechanical properties and performance of high volume fly ash roller compacted concrete containing crumb rubber and nano silica". *Construction and Building Materials*, vol. 171, pp.521–538, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.138>.
- [5] C. D. Atiş, "Strength properties of high-volume fly ash roller compacted and workable concrete, and influence of curing condition", *Cement and Concrete Research*, vol. 35, no. 6, pp.1112–1121, 2005, <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.07.037>.
- [6] C. Cao, W. Sun and H. Qin, "Analysis on strength and fly ash effect of roller-compacted concrete with high volume fly ash", *Cement and Concrete Research*, vol. 30, no. 1, pp. 71–75, 2000, [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(99\)00203-3](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(99)00203-3).

- [7] M. Chi and R. Huang, “Effect of circulating fluidized bed combustion ash on the properties of roller compacted concrete”, *Cement and Concrete Composites*, vol. 45, pp. 148–156, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.10.001>.
- [8] L. Courard, F. Michel and P. Delhez, “Use of concrete road recycled aggregates for Roller Compacted Concrete”, *Construction and Building Materials*, vol. 24, no. 3, pp. 390–395, 2010, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.08.040>.
- [9] F. Debieb, L. Courard, S. Kenai and R. Degeimbre, “Roller compacted concrete with contaminated recycled aggregates”, *Construction and Building Materials*, vol. 23, no. 11, pp. 3382–3387, 2009, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.06.031>.
- [10] K. Jingfu, H. Chuncui and Z. Zhenli, “Strength and shrinkage behaviors of roller-compacted concrete with rubber additives”, *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, vol. 42, no. 8, pp. 1117–1124, 2009, <https://doi.org/10.1617/s11527-008-9447-x>.
- [11] A. Mardani-Aghabaglou, Ö. A. Çakır and K. Ramyar, “Freeze-thaw resistance and transport properties of high-volume fly ash roller compacted concrete designed by maximum density method”, *Cement and Concrete Composites*, vol. 37, no. 1, pp. 259–266, 2013, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.01.009>.
- [12] A. Meddah, M. Beddar and A. Bali, “Use of shredded rubber tire aggregates for roller compacted concrete pavement”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 72, pp. 187–192, 2014 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.052>.
- [13] A. Modarres and Z. Hosseini, “Mechanical properties of roller compacted concrete containing rice husk ash with original and recycled asphalt pavement material”, *Materials and Design*, vol. 64, pp. 227–236, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.07.072>.
- [14] C. Wang, W. Chen, H. Hao, S. Zhang, R. Song and X. Wang, “Experimental investigations of dynamic compressive properties of roller compacted concrete (RCC)”, *Construction and Building Materials*, vol.168, pp.671–682, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.112>.
- [15] X. Wang, S. Zhang, C. Wang, F. Liu, R. Song and P. Wei, “Initial damage effect on dynamic compressive behaviors of roller compacted concrete (RCC) under impact loadings”, *Construction and Building Materials*, vol. 186, pp.388–399, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.141>.
- [16] X. Wang, S. Zhang, C. Wang, R. Song, C. Shang and X. Fang, “Experimental investigation of the size effect of layered roller compacted concrete (RCC) under high-strain-rate loading”, *Construction and Building Materials*, vol. 165, pp. 45–57, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.03>.

- [17] PCA, *Guide Specification for Construction of Roller Compacted Concrete Pavements*, Portland Cement Association, Haziran, 2004.
- [18] İ. Ö. Yaman, H. Ceylan, "Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar", *TMH*, 480, 60/2015-4, s:44-61, 2015.
- [19] K. Jingfu, H. Chuncui, and Z. Zhenli, "Strength and shrinkage behaviors of roller-compacted concrete with rubber additives", *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, vol. 42, no. 8, pp. 1117–1124, 2009, <https://doi.org/10.1617/s11527-008-9447-x>.
- [20] K.D. Hansen and W.G. Reinhardt, *Roller Compacted Concrete Dams*, Mc Graw-Hill, pp. 298, 1991.
- [21] W. Adaska, *Roller Compacted Concrete (RCC)*, PCA Research & Development Information Serial No. 2975, Skokie, IL: Portland Cement Association, 2006.
- [22] G. Topličić-Ćurčić, D. Grdić, N. Ristić, and Z. Grdić, "Properties, materials and durability of rolled compacted concrete for pavements", *Zaštita materijala*, vol. 56, no. 3, pp. 345-353, 2015.
- [23] ACI Committee, *Guide to Roller-Compacted Concrete Pavements (ACI 327R-14)*, Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2014.
- [24] R. F. Andriolo, *The Use of Roller Compacted Concrete*, Past-Press, ISSMFE, pp.554, Sao Paulo, 1998.
- [25] TÇMB, *Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yollar Teknik Şartnamesi*, Ankara, 2017.
- [26] K. H. Khayat, N. A. Libre and Z. Wu, *Roller Compacted Concrete for Rapid Pavement Construction. Technical Report*, 2019.
- [27] A. Benouadah, M. Beddar and A. Meddah, "Physical and mechanical behaviour of a roller compacted concrete reinforced with polypropylene fiber", *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, vol. 9, no. 2, pp. 623, 2017, <https://doi.org/10.4314/jfas.v9i2.1>
- [28] S. M. Hejazi, S. M. Abtahi and F. Safaie, "Investigation of thermal stress distribution in fiber-reinforced roller compacted concrete pavements", *Journal of Industrial Textiles*, vol. 45, no. 5, pp. 896–914, 2016, <https://doi.org/10.1177/1528083714542827>
- [29] P. Sukontasukkul, U. Chaisakulkiet, P. Jamsawang, S. Horpibulsuk, C. Jaturapitakkul and P. Chindapasirt, "Case investigation on application of steel fibers in roller compacted concrete pavement in Thailand", *Case Studies in Construction Materials*, vol. 11, no. e00271, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00271>
- [30] KGM, *Beton Yol Kaplamaları Teknik Şartnamesi*, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 2016.

- [31] D. Harrington, F. Abdo, W. Adaska and C. Hazaree, *Guide for Roller Compacted Concrete Pavements*, National Concrete Pavement Technology Center, Institute for Transportation, Iowa State University, 2010.
- [32] ASTM C 1435, “*Standard Practice for Molding Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Hammer*”, American Society for Testing and Materials, ASTM International, USA, 2014.
- [33] TS EN 933-1, “*Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler- Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımının Tayini - Eleme Yöntemi*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [34] TS EN 1097-6, “*Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 6: Tane Yoğunluğunun ve Su Emme Oranının Tayini*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2013.
- [35] TS EN 12350-2, “*Beton- Taze Beton Deneyleri - Bölüm 2: Çökme (Slump) Deneyi*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [36] TS EN 12350-6, “*Beton- Taze Beton Deneyleri - Bölüm 6: Yoğunluk*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [37] TS EN 12390-3, “*Sertleşmiş Beton Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.
- [38] TS EN 12390-5, “*Sertleşmiş Beton Deney Numunelerinde Eğilme Dayanımının Tayini*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.
- [39] TS EN 12390-8, “*Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 8: Basınç altında su işleme derinliğinin tayini*”, TSE, Ankara, 2019.
- [40] BS EN 1342, “*Setts of natural stone for external paving –Requirements and test methods*”, British Standard, 2000.
- [41] TÇMB, *Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar Tasarım Rehberi*, Ankara, 2018.
- [42] TS EN 206, “*Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk*”, TSE, Ankara, 2017.



Derleme Makalesi / Review Article

## Yem Bezelyesi Tarımı ve GAP Pembesi Yem Bezelyesi Çeşidinin Önemli Tarımsal Özellikleri

### Cultivation of Forage Pea and Important Agricultural Traits of GAP Pembesi Forage Pea Cultivar

Mehmet Salih SAYAR

Dicle Üniversitesi, Bismil Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 2150, Bismil, Diyarbakır, Türkiye.

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

Alınış, 01 Aralık 2020  
Revize, 04 Şubat 2021  
Kabul, 16 Şubat 2021  
Online Yayınlama, 15 Nisan 2021

##### Anahtar Kelimeler

Yem bezelyesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, GAP Pembesi, Ot verimi, Tohum verimi

#### ARTICLE INFO

##### Article History

Received, 01 December 2020  
Revised, 04 February 2021  
Accepted, 16 February 2021  
Available Online, 15 April 2021

##### Keywords

Forage pea, Southeast Anatolia Region, GAP Pembesi, Forage yield, Seed yield

#### ÖZ

Tek yıllık serin mevsim baklagil yem bitkisi olan yem bezelyesi (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.), uygun dönemde biçildiğinde yüksek ot verimi ve kalitesine sahip bir yem bitkisi türüdür. Birçok üstün özelliği bulunan yem bezelyesi, son yıllarda ülkemizde yem bitkisi ıslahçıların üzerinde en çok çalıştıkları yem bitkisi türlerinden biri olmuştur. Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında yürütülen ıslah çalışmaları sonucunda bölgenin ilk yem bezelyesi çeşidi olan GAP Pembesi tescil edilmiştir. Diğer tek yıllık baklagil yem bitkilerine göre erkenciliği ile ön plana çıkan GAP Pembesi çeşidi, yüksek ot verimi, ot kalitesi ve tohum verimine sahiptir. Değişik zamanlarda yürütülen tarla denemelerinin sonuçlarına göre GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidinin belirlenen bazı özelliklerin ortalamaları aşağıdaki şekildedir; doğal bitki boyu 85-110, ana sap uzunluğu 100-180 cm, ana sap kalınlığı 3.5-5.5 mm, yeşil ot verimi 2500-3500 kg/da, kuru ot verimi 600-800 kg/da, kuru otta ham protein oranı %20-22, bitkide bakla sayısı 10-30 bakla/bitki, baklada tohum sayısı 5-7 tohum/bakla, biyolojik verim 700-800 kg/da, saman (kes) verimi 500-550 kg/da, tohum verimi 250-300 kg/da, hasat indeksi % 35-40 ve bin dane ağırlığı 160-210 g. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ekolojik koşullarında GAP Pembesi çeşidi tercih edilerek yapılacak olan yem bezelyesi yetiştiriciliği, tarım topraklarımızın sürdürülebilir kullanımlarını katkı sağlayacağı gibi, ülkemiz hayvancılığının ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yemin temin edilmesine de önemli katkılar sağlayacaktır.

#### ABSTRACT

Forage pea (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.) is one of the annual cool-season legume forage species. It has high forage yield and forage quality, when harvested in the appropriate period of the plant. Due to the superior features of the species, many researchers have intensively studied on the

species in Turkey for improving new cultivars in the recent years. As a result of the intensive breeding studies carried out the Southeastern Anatolia Region ecological conditions, the first forage pea variety of the region, GAP Pembesi, was registered. When compared the other annual legume forages, the outstanding feature of the GAP Pembesi cultivar is its earliness in flowering and seed maturing time. Moreover, it was found remarkable in terms of both forage yield and seed yield. According to the results of field trials conducted at different times and locations, determined means of some characteristics of the GAP Pembesi forage pea cultivar were as follows; natural plant height-85-110, main stem length-100-180 cm, main stem thickness 3.5-5.5 mm, fresh forage yield 2500-3500 kg da<sup>-1</sup>, dry forage yield 600-800 kg/ha, crude protein ratio in the dry matter forage 20-22%, the number of pods per plant 10-30 pods / plant, seed number per pod 5-7 seeds/pod, biological yield 700-800 kg da<sup>-1</sup>, straw yield 500-550 kg da<sup>-1</sup>, seed yield 250-300 kg da<sup>-1</sup>, harvest index 35-40% and thousand grain weight 160-210 g. As a result, cultivation of forage pea by choosing the *GAP Pembesi* cultivar in the Southeastern Anatolia Region ecological conditions not only will contribute to the sustainable use of our agricultural lands but also making significant contributions to supply quality roughage that its shortage is one of the biggest problem of animal husbandry of Turkey.

## 1. GİRİŞ

Tek yıllık serin mevsim baklagil yem bitkisi olan yem bezelyesi (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.), uygun dönemde biçildiğinde yüksek ot verimi ve kalitesine sahip bir yem bitkisi türüdür [1]. Yemlik bezelyeye göre daha fazla boylanan ve yeşil aksam bağlayan yem bezelyesi, genellikle çiçekleri pembe renklidir. Ancak yemlik bezelyede olduğu gibi beyaz çiçekli varyeteleri de mevcuttur. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin doğal vejetasyonunda ve tahıl tarımı yapılan alanlarda yabancı formları bulunan yem bezelyesi [2], halk arasında “*Hatun Baklası*” olarak bilinmektedir. Yem bezelyesinin halk arasında bu isimle anılmasının nedeni, bu türün diğer baklagil türlerine göre daha lezzetli ve besleyici baklalara sahip olmasıdır. Birçok üstün özelliği bulunan yem bezelyesi, son yıllarda yem bitkisi ıslahçıların üzerinde en çok çalıştıkları türlerden biri olmuştur [3,4,5,6,7,8]. Bu yoğun ıslah çalışmaları sonucunda birçok yeni yem bezelyesi çeşidi geliştirilerek, üreticilerin hizmetine sunulmuştur [9].

## 2. YEM BEZELYESİNİN ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİ

- ✓ Yem bezelyesi yüksek ot verimine sahiptir. Bu nedenle birim alandan daha fazla kaba yem elde edilmesini sağlar.
- ✓ Yem bezelyesi otunda %20 civarında ham protein oranının yanında, hayvanların gereksinimlerini karşılayacak seviyelerde mineral madde ve vitamin içeriği ile hazmolunabilirliği yüksek, lezzetli ve kaliteli bir ota sahiptir.

- ✓ Yem bezelyesi otunda, hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etki edebilecek toksik maddelerin olmaması, hayvanlar tarafından tüketilmesini güvenli kılmaktadır.
- ✓ Yem bezelyesi genel olarak erken çiçeklenen bir türdür. İlkbaharın serin dönemlerinde açan çiçekler döllenme problemi olmadan tohuma dönüşerek, tohum veriminin yüksek olmasını sağlar. Yüksek protein oranına sahip yem bezelyesi tohumları hayvan beslenmesinde kesif yem olarak kullanılabilir.
- ✓ Ülkemiz topraklarının en büyük sorunlarından biri hiç şüphesiz organik madde eksikliğidir. Topraktaki organik madde miktarını artırmanın en önemli yollarından biri ise, bol miktarda yeşil aksam oluşturan bitkileri çiçeklenme döneminde toprağa karıştırarak yeşil gübreleme yapmaktır. Yem bezelyesi erkenci olması, bol yeşil aksam oluşturması ve erken mineralize olması gibi uygun özellikleriyle yeşil gübrelemede kullanılabilir eşsiz bir bitki türüdür.
- ✓ Yem bezelyesi iyi bir ekim nöbeti bitkisidir. Özellikle sulu tarıma dayalı yaygın olarak pamuk ve mısır yetiştirilen alanlarda Kasım-Nisan arası dönemde tarlalar nadasa bırakılmaktadır. Tarlaların boş kaldığı bu dönemlerde kısa vejetasyon süresine sahip yem bezelyesinin ot veya yeşil gübre amaçlı yetiştirilmesiyle tarla toprakları azot ve organik madde içeriği bakımından zenginleştiği gibi, ülkemiz hayvancılığının en önemli sorunlarından biri olan kaliteli kaba yem açığının kapanmasına katkı sağlamaktadır.
- ✓ Yem bezelyesi soğuğa dayanıklı olması nedeniyle, tahılların ekim zamanında kışlık olarak ekilebilmektedir.
- ✓ Kısa vejetasyon süresi nedeniyle yazlık olarak da yetiştiriciliği yapılabilir.
- ✓ Yem bezelyesi tahıl türleriyle karışık olarak ekilebilecek iyi bir karışım bitkisidir.
- ✓ Yem bezelyesi tohumlarının iri olması çok hassas bir tohum yatağı hazırlamayı gerektirmez. Tohumlarında dormansi olayının olmaması ise kolay bir çimlenmeyi ve üniform bir çıkış olmasını sağlar.
- ✓ Yem bezelyesi yem bitkileri desteklemeleri kapsamında Devlet tarafından desteklenen bir yem bitkisi türü olması nedeniyle üreticisine ek gelir sağlar.

### **3. YEM BEZELYESİ TARIMI**

#### **3.1. İklim ve Toprak İstekleri**

Yem Bezelyesi geniş adaptasyon yeteneğine sahip tek yıllık baklagil yem bitkisidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında, aşırı kuraklık gibi ekstrem iklimsel koşullar oluşmadığı sürece, hiçbir sulamaya gerek duyulmadan ot veya tohum amaçlı yetiştiriciliği rahatlıkla yapılabilir. Yem Bezelyesi bitkisinin özel bir toprak isteği olmamakla birlikte, tınlı bünyeye sahip, organik maddece zengin, toprak reaksiyonu bakımından nötr (pH = 6.5 -7.0) olan topraklarda daha iyi performans göstermektedir [10].



### 3.2. Toprak Hazırlığı

Yem Bezelyesi tohumları yeterince iri olduğundan, özel bir toprak hazırlığına ihtiyaç duymamaktadır. Yaygın olarak tarımı yapılan buğday, arpa ve mercimek gibi ürünler için yapılan toprak hazırlığı Yem Bezelyesi için de uygun ve yeterlidir.

### 3.3. Ekim Zamanı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında Yem Bezelyesi için en iyi ekim zamanı, Kasım ayının son yarısında yapılacak ekimdir. Ancak çeşitli nedenlerle yapılamayan ekim işlemi, tarla koşullarının uygun olduğu daha sonraki zamanlarda da yapılabilir. Fakat unutulmamalıdır ki geç ekim yapıldığında hem ot verimi hemde tohum veriminin önemli oranlarda düşüş göstermektedir.

### 3.4. Ekim İşlemi

Yem Bezelyesi bir baklagil bitkisi olduğundan, ekimi hem saf hem de tahıllarla karışık olarak yapılabilmektedir. Saf ekimde metrekareye 100 tohum olacak şekilde dekara atılacak tohum hesaplanır. Bu nedenle saf ekimlerde dekara atılacak tohumluk miktarı kullanılacak çeşidin tohum iriliğine bağlı olarak 12 kg ile 20 kg arasında değişebilmektedir. Yem Bezelyesi tahıllarla karışık şekilde ekilecekse saf ekimin 2/3 kadar (8-12 kg) yem bezelyesi tohumu ile 5-7 kg/da tahıl (arpa, yulaf, tritikale) tohumu kullanılmalıdır. Ekim derinliği 5-6 cm, sıra arası mesafesi 20-25 cm olmakla birlikte, tohum amaçlı ekimlerde sıra arası mesafe daha geniş tutulmalıdır.

### 3.5. Gübreleme

Yem Bezelyesi ekimle beraber dekara 6-7 kg/da saf fosfor 2-3 kg/da saf azot verilmelidir. Dekara atılacak 15 kg diamonyum fosfat (DAP 18-46) gübresi bu ihtiyacı karşılamaktadır. Yem Bezelyesi bir baklagil yem bitkisi olduğundan bahar gübrelemesine ihtiyaç duymaz.

### 3.6. Yem Bezelyesinde Ot Hasadı

Saf ekilen Yem Bezelyesi bitkisi ot amaçlı tam çiçeklenme döneminde hasat edilmelidir. Bu da bölgemizde yıldan yıla değişim göstermekle beraber Nisan ayının son haftasına denk gelmektedir. Yem bezelyesi bitkisi eğer tahıllarla karışık ekilmiş ise bu durumda tahılın durumu dikkate alınır ve tahıllar süt olum döneminde iken yem bezelyesi-tahıl karışımları ot amaçlı hasat edilir. Bu dönemde biçilen yem bezelyesi bitkisinin ot kalitesi ve verimi istenilen düzeydedir. Biçim zamanının bu süreden erken olması ot veriminin az olmasına neden olur. Ot hasadının geciktirilmesi ise ot verimini artırmakla beraber,



otun hayvanlar tarafından sindirilme oranını düşüreceğinden, otun kalitesini önemli ölçüde düşürür. Hasat edilen otlar, belli bir süre tarlada bırakılarak su seviyesi düşürüldükten sonra, yağışlara maruz bırakılmadan tekniğine uygun olarak kurutulup depolanmalıdır.

### 3.7. Tohum Hasadı

Gerek üretim materyalinin temini ve gerekse hayvanlara kesif yem olarak kullanılmak üzere yem bezelyesi bitkisi tohum amaçlı yetiştirilir. Tohum elde etme amaçlı yapılacak Yem Bezelyesi hasadı, bitki yapraklarının sarardığı, alt yapraklarının dökülmeye başladığı ve tohumların olgunlaştığı dönemde yapılmalıdır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi için bu genellikle Haziran ayının ilk haftasına denk gelmektedir. Tohum hasadı yatma sorun oluşturmamışsa biçerdöver ile rahatlıkla yapılabilir.

### 3.8. Tohum İlaçlaması

Yem bezelyesinde sorun oluşturan en önemli zararlı, baklagil tohum böceği olarak bilinen *Bruchus* zararlısıdır. Bu zararlı ile mücadele edilmediği takdirde, hasattan sonra bu zararlı tohum içinden ortaya çıkarak, tohumun tüm iç kısmını tüketir. Böylece geriye sadece tohum kabuğu kalır. *Bruchus* zararlısına karşı çiçeklenme döneminde ilaçlama yapılabildiği gibi, tohumlar depoda iken de fümigasyon tabletleriyle de tohum ilaçlaması yapılabilmektedir.

## 4. GAP PEMBESİ ÇEŞİDİ VE ÖNEMLİ TARIMSAL ÖZELLİKLERİ

Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğünde uzun yıllar süren ıslah çalışmaları sonucunda, bölgenin ilk Yem Bezelyesi çeşidi olan “*GAP Pembesi*” tescil edilmiştir. Bölge koşullarına uyum sağlayan hem ot hemde tohum verimi yüksek olan GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidi, tüm çeşitler içinde en erkenci çeşit olma özelliğini de taşımaktadır. Bu öne çıkan erkencilik özelliği ile GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidi, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak tarımı yapılan pamuk ve mısır ürünlerinin yetiştirildiği alanlarda ara ürün bitkisi olarak ot ve yeşil gübre amaçlı yetiştirilebilme imkânı sunmaktadır. Ekim nöbeti sistemi içerisinde ara ürün olarak GAP Pembesi yetiştirilmesi ülke ve bölge hayvancılığımızın en önemli problemlerinden biri olan kaliteli kaba yem açığının [11] kapanmasına önemli katkı sağlayacaktır. GAP Pembesi çeşidinin yeşil gübre bitkisi olarak kullanılması topraklarımızın organik ve mineral madde içeriğinin artmasına da önemli katkı sağlayacaktır. Değişik zamanlarda değişik lokasyonlarda yürütülen tarla denemeleri sonuçlarına göre GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidinin belirlenen önemli özellikleri aşağıda Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1.** GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidine ait bazı özellikler

Çiçek rengi	: Pembe
Tohum kabuğu rengi	: Açık yeşil
%50 Çiçeklenme tarihi	: Nisan 3. ile 4. haftası
Yeşil ot verimi	: 2500-3500 kg/da
Kuru ot verimi	: 600-800 kg/da
Kuru otta ham protein oranı	: %20-22
Doğal bitki boyu	: 85-110 cm
Ana sap uzunluğu	: 100-180 cm
Ana sap kalınlığı	: 3.5-5.5 mm
Bitkide bakla sayısı	: 10-30 adet
Baklada tohum sayısı	5-7 adet
Tohum olgunlaştırma tarihi	: Haziranın 1.ile 2. haftası
Biyolojik verimi	: 700-800 kg/da
Saman (kes) verimi	: 500-550 kg/da
Tohum verimi	: 250-300 kg/da
Hasat indeksi	: %35-40
Bin tane ağırlığı	: 160-210 g

Pembe çiçeklere sahip olan (Şekil 1 ve 2) GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidi, doğal bitki boyu 85 cm ile 110 cm arasında değişim gösterirken, ana sap uzunluğu ise 100 cm ile 180 cm arasında değişim göstermektedir. Ana sap uzunluğu ile doğal bitki boyu arasındaki bu farklılık tüm yem bezelyesi çeşitlerinde yaygın olarak özellikle bakla doldurma dönemiyle birlikte görülen yatmadan kaynaklanmaktadır. Çeşidin yeşil ot verimi 2500 kg/da ile 3500 kg/da, kuru ot verimi ise 600 kg/da ile 800 kg/da arasında değişim göstermektedir. Otundaki ortalama ham protein oranı ise %20-22 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu ot verimi ve kalitesi ile GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidi tek yıllık baklagil yem bitkisi tür ve çeşitlerinden daha yüksek seviyelerde ot verimi ve kalitesine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Çaçan ve ark [12]'nin hat ve çeşitlerden oluşan toplam 14 adet yem bezelyesi genotipinde saptamış oldukları ot verimi ve ottaki ham protein oranına ilişkin bulgular, değişik lokasyonlarda ve yıllarda GAP Pembesinden elde edilen ot verimi ve ham protein oranı değerlerinden önemli oranlarda daha düşük bulunmuştur.



**Şekil 1.** Çiçeklenme döneminde GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidi



**Şekil 2.** GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidinin tarladaki görünümü

Kısa vejetasyon süresine sahip olan GAP Pembesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında tavsiye edilen Kasım ayı içerisinde ekimi yapıldığında, Nisan ortası ile Nisan sonu arasındaki dönemde %50 çiçeklenme dönemine gelmektedir. İlkbaharın erken ve serin döneminde çiçeklerini açan GAP Pembesi çeşidi, çiçeklenme dönemi aşırı sıcaklara denk gelmediğinden açılan hemen hemen tüm çiçekler döllenir ve tohuma dönüşür. Bu yüzden diğer tek yıllık baklagil yem bitkisi türlerinin çoğuna göre tohum verimi oldukça daha yüksektir. Bitki başına 10 ile 30 adet bakla tespit edilen çeşidin, her bir

baklasında 5-7 adet tohum bulunmaktadır. Çeşidin tohum kabuk rengi açık yeşil renkli olup, tohum çapı yaklaşık 4-5 mm'dir (Şekil 3). Tohum olgunlaştırma dönemi haziran ayının ilk ya da 2. haftasına denk gelen ve biçerdöver ile tohum hasadı yapılabilen GAP Pembesi çeşidinin tespit edilen ortalama tohum verimi değerleri 250-300 kg/da, saman verimi 500-550 kg/da hasat indeksi %35-40 ve bin dane ağırlığı 160-210 g'dır (Tablo 1). Çaçan ve ark. [13]'ün bildirdiğine göre, yem bezelyesi samanı (kes) da yüksek protein oranı ile iyi bir kaba yem kaynağını oluşturmaktadır.



Şekil 3. GAP Pembesi yem bezelyesi çeşidinin tohum ve meyvesi (baklası)

## 5. SONUÇ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında yürütülen ıslah çalışmaları sonucunda tescil edilen GAP Pembesi çeşidi, bölge koşullarına adaptasyon kabiliyeti iyi, yüksek ve kaliteli ot ve tohum verimine sahip, soğuğa karşı dayanıklı ve çok erkenci özellikte olan yeni bir çeşittir. Bölge koşullarında bu çeşit tercih edilerek yapılacak olan yem bezelyesi yetiştiriciliği, tarım topraklarımızın sürdürülebilir kullanımına katkı sağlayacağı gibi, ülkemiz hayvancılığının ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yemin temin edilmesine de önemli katkılar sağlayacaktır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.



## KAYNAKLAR

- [1] E. Açıkgöz, *Yem Bitkileri*. Yenilenmiş 3. Baskı, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Uludağ Üniversitesi Vakfı Yayın No:182, Bursa, 2001.
- [2] M. S. Sayar, *Güneydoğu Anadolu çayır mera alanlarında bulunan bazı önemli yem bitkisi türleri*. GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları, s. 53, Diyarbakır, 2011.
- [3] U. Bilgili, Değişik yaprak özelliklerine sahip yakın izogenik yem bezelyesi hatlarının önemli morfolojik ve tarımsal özellikleri üzerinde araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Bursa, <http://hdl.handle.net/11452/8238>, 1997.
- [4] M. Sümerli, İ. Gül, Y. Yılmaz, Diyarbakır ekolojik şartlarında yembezelyesi hatlarının verim ve verim öğelerinin belirlenmesi, Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enst. Md. Gelişme Raporları, Diyarbakır, 2002.
- [5] K. Timurağaoğlu, S. Altınok, “Ankara koşullarında yem bezelyesi hatlarında yem ve tane verimleri”, *Tarım Bilimleri Dergisi*, Ankara, vol. 10, no. 4, s. 457-461, 2004.
- [6] M. S. Sayar, A. E. Anlarsal, “Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 17, no. 4, s.78-88, 2008.
- [7] M. Tan, A. Koc and Z. D. Gul, “Morphological characteristics and seed yield of East Anatolian local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes”, *Turk. J. Field Crop.*, vol. 17, no.1, pp. 24-30, 2012.
- [8] S. Kadioğlu, M. Tan, B. Kadioğlu and G. Taşgın, “Determination of yield and some characteristics of forage pea genotypes (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) under Erzurum conditions, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 51, no. 2, pp. 151-158, 2020.
- [9] M. S. Sayar, Y. Han “Forage yield performance of forage pea (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.) genotypes and assessments using GGE biplot analysis”, *J. Agric. Sci. and Techn.*, vol. 18, no. 6, pp. 1621-1634, 2016.
- [10] I. Gul, M. Sumerli, B. T. Bicer, and Y. Yılmaz, “Heritability and correlation studies in pea (*Pisum arvense* L.) lines”, *Asian Journal of Plant Sciences*, vol. 4, pp. 154-158, 2005.
- [11] M. S. Sayar, A.E. Anlarsal ve M. Başbağ, “Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yem bitkileri tarımının mevcut durumu sorunları ve çözüm önerileri”, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 14, no. 2, s. 59-67, 2010.



- [12] E. Çaçan, K. Kökten, A. Bakoğlu, M. Kaplan ve A. Bozkurt, "Evaluation of some forage pea (*Pisum arvense* L.) lines and cultivars in terms of herbage yield and quality" *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 254-262, 2019.
- [13] E. Çaçan, M. Kaplan, K. Kökten, ve H. Tutar, "Evaluation of Some forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) lines and cultivars in terms of seed yield and straw quality," *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* vol. 8, no. 2, pp. 275-284, 2018.



Derleme Makalesi / Review Article

## Organotipik Beyin Kesitleri Kullanımının Nörobiyolojik Çalışmalardaki Yeri

### Use of Organotypic Brain Slices in Neurobiological Studies

Elif MUTLU <sup>1,\*</sup>, Hasan H. S. ABUIYADA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Üsküdar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik (İngilizce) Bölümü, 34000, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Nörobilim Anabilim Dalı, 34000, İstanbul, Türkiye

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

Alınış, 24 Mart 2021

Revize, 22 Nisan 2021

Kabul, 22 Nisan 2021

Online Yayınlama, 30 Nisan 2021

##### Anahtar Kelimeler

Beyin, Kesit kültürü, Organotipik beyin kesiti, Nörobiyoloji

#### ÖZ

Organotipik beyin kesit kültürleri günümüzde nörobiyoloji araştırmalarında rutin bir protokol haline gelmiştir. Beyin kesit kültürü tekniklerindeki ilerleme sayesinde birçok beyin hastalığı patofizyolojisinin *in vivo* duruma çok yakın bir şekilde doku bağlamında incelenmesi fırsatı doğmuştur. *In vivo* çalışmalarda anesteziklerin ve kas gevşetici maddelerin uzun süreli kullanımına alternatif olması yanında hücre kültürlerinin ve homojenatlarının aksine yapısal bütünlüğünü sürdürebilmesi gibi avantajlar sunarken bu kültür ortamı bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Bu derleme çalışması boyunca beyin kesit kültürü teknolojisi avantajları ve dezavantajları ile birlikte ele alınarak nörobiyoloji çalışmalarındaki yeri incelenmiştir. Hüresel bütünlüğün korunduğu bu sistemlerin nörodejenerasyon, nörogenез, nörotoksisite gibi birçok alanda *in vitro* hücre kültürü ve *in vivo* deney hayvanı çalışmalarına kıyasla çok daha verimli ve kullanışlıdır.

#### ARTICLE INFO

##### Article History

Received, 24 March 2021

Revised, 22 April 2021

Accepted, 22 April 2021

Available Online, 30 April 2021

##### Keywords

Brain, Slice culture, Organotypic brain slice, Neurobiology

#### ABSTRACT

Organotypic brain slice cultures have now become a routine protocol in neurobiology researches. Thanks to the advancement in brain section culture techniques, the opportunity has emerged to examine the pathophysiology of many brain diseases in a tissue context very close to the *in vivo* situation. In addition to being an alternative to the long-term use of anesthetics and muscle relaxants in *in vivo* studies, it offers advantages such as maintaining the structural integrity of cell cultures and homogenates, while this culture environment also brings some disadvantages. Throughout this review study, brain slice culture technology was considered together with its advantages and disadvantages and its place in neurobiology studies was examined. These systems, in which cellular integrity is preserved, are much more efficient and useful in many areas such as neurodegeneration, neurogenesis, neurotoxicity compared to *in vitro* cell culture and *in vivo* experimental animal studies.

\*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: [elifmutluem.em@gmail.com](mailto:elifmutluem.em@gmail.com) (Elif MUTLU), [hasan.h.a.i181@gmail.com](mailto:hasan.h.a.i181@gmail.com) (Hasan H. S. ABUIYADA)

## 1. GİRİŞ

Yetişkin bir bireyde beyin, vücut ağırlığının ortalama %2'sini temsil etmekte ve nispeten küçük yapısına rağmen istirahat halinde vücuttaki oksijen ve kalorisinin yaklaşık %20'sini tüketmektedir [1]. Bunun yanında beyin, nöronlar ve destekleyici hücreler arasındaki doğal ve süregelen iletişimi sağlamak için vücuttaki toplam enerjinin %60-80'ini kullanmakta iken, bir faaliyet doğrultusunda aktif olan beyin toplam enerjinin sadece %0.5-1.0'unu kullanmaktadır [2]. İnsan beyni, karmaşık ve çok çeşitli hücre gruplarından oluşan karmaşık bir etkileşim ağıdır. Beyindeki bu mikroyapı Santiago Ramo'n y Cajal'ın öncülüğünde keşfedilmiş olup araştırmalar günümüze kadar ölüm sonrası insan beyin örnekleri üzerinde [3,4] ve deney hayvanı çalışmaları ile devam ettirilmektedir [5,6]. Merkezi sinir sistemi içindeki bu mikroyapının öz bileşenleri nöronlardır ve bu hücreler tarafından kendilerine ulaşan sinyallerin işlenmesi ve entegrasyonu ile oluşan çıktılar, biliş ve öğrenme gibi daha yüksek beyin fonksiyonlarının temelini oluşturduğu düşünülmektedir [6].

Organotipik beyin kesit modeli bilim camiasına ilk kez Crain ve arkadaşları tarafından 1982 yılında omurilik dorsal kök gangliyonu üzerinde yapılan bir çalışmada tanıtılmış; 1984 yılında Gähwiler ve Hefti tarafından silindir tüp kültürü şeklinde kullanıma uygun bir model haline getirilmiştir [7,8]. Teknik, zaman içinde membrana bağlı kalıcı kültürler olabilecek şekilde modifiye edilmiş [9,10] ve bu süreçte birçok bilim insanı tarafından kullanılmıştır [11-14]. Organotipik beyin kesitleri nöroprotektif molekülleri, büyüme faktörleri, nöroaktif ilaçlar gibi birçok ajanı test etmek için kolaylıkla kullanılabilirdiği gibi ayrıca nörotoksikolojik taramalar yapmak için de olanak sağlayan modellerdir [15-17]. Kesitler belirli bir beyin bölgesinden elde edilen tek bir kesit olarak kültüre edilebildiği gibi fokal olarak ilişkili iki beyin kesiti ko-kültür şeklinde kültüre edilebilmektedir [18].

## 2. ORGANOTİPİK BEYİN KESİTLERİ KULLANIMININ AVANTAJLARI

Beyin kesit kültürleri belirli *in vivo* deneylere alternatif olarak kullanılabilen, böylece belirli çalışmalar için kullanılması gereken deney hayvanı sayısı azaltılmakta ve nörodejenerasyon çalışmaları için birçok deney hayvanının yaşlandırılması gerekliliği ortadan kaldırılmaktadır [19].

Kesit kültürlerinin çoğu tipik olarak farelerden veya sıçanlardan doğum sonrası 12. günde alınan beyin dokularından üretilmektedir; bu dönemde nöronların hücre mimarisi kurulmuş olup, beyin kolaylıkla manipüle edilebilecek şekilde yeterince büyüktür ve nöronlar eksplantasyon sonrası hayatta kalabilecek kapasitededirler [20]. Ayrıca kesitler, yüksek düzeyde nöroplastisite gösterirler ve bu sayede kesit alma aşamasında gerçekleşen mekanik travmaya karşı direnç gösterirler [21]. Ek olarak, doku kesitlerinde glia ve sinir hücrelerinin birliktelik varlığının devam etmesi, nöronların farklılaşmasını kolaylaştıran bir mikro ortam sağlamaktadır [22]. Doğum sonrası ve süten kesilmeden önce farelerden



elde edilen beyin kesit kültürlerinin bir başka faydası da daha küçük fare kolonilerinin yeterli olması sebebi ile zamandan ve maliyetten tasarruf edilmesi, ağır fenotipli yaşlı farelere olan gereksinimin azaltılmasıdır [19].

Organotipik kültürler ve akut kesitler, *in vivo* olarak bulunan iç sinaptik bağlantıları koruyarak nöronlar ve astrositler gibi komşu hücreler arasındaki etkileşimlerin ve fonksiyonel ilişkilerin devamlılığını sağlamaktadır [23]. Ayrıca, beyin kesit kültürlerinde eksprese edilen bazı genlerin ve proteinlerin *in vivo* ekspresyon seviyeleri ile karşılaştırılabilir olduğu da gösterilmiştir [20,24]. Beyin kesit kültürlerinde hücre ölümünün analizi propidyum iyodür veya benzer boyalar ile yapılabildiği gibi, metabolik aktivite ölçümü de yapılabilmektedir [25,26]. Bir deney hayvanından birden fazla kesit kültürü hazırlanabildiğinden, bir sistemdeki çeşitli değişkenlerin araştırılmasına olanak sağlanıp değişkenlik potansiyel olarak azaltılmış olur [27].

Bir tek P8/9 fareden 350µm kalınlığında 36 adet beyin kesiti elde edilebilir, böylece aynı zamanda aynı deney hayvanından elde edilen doku üzerinde, birçok hastalık ile ilgili değişimlerin zaman içinde gözlenmesi mümkün olmaktadır [27,19]. Bu şekilde de bir deney dizaynından en yüksek verimle faydalanmanın mümkün olduğu söylenebilir. Bu *ex vivo* sistemin bir başka avantajı, beyin kesit kültürlerinin hücre ve sinaps gelişiminin, *in vivo* beynin gelişimini taklit etmesidir [21].

Nöronlar, kesit preparatlarında *in vivo* durumda gösterdikleri gibi *ex vivo* morfolojik gelişir ve bozulmamış beyinde gözlemlendiği gibi benzer sinaptik bağlantıları sürdürür, sağlıklı nöronal fonksiyon gösterir ve nöral devreyi korurlar. Örneğin, organotipik hipokampal kesit kültürleri elektriksel özelliklerini sürdürür [28] ve sinaptik bağlantıları yetişkin beyindeki sürece paralel olarak olgunlaşır [20,21]. Bir başka çalışmada kesitlerdeki nöral dikenlerin yoğunluğu ve şekillerinde gözlemlenen gelişimsel değişikliklerin ve artan konnektivitenin yaşla eşlenmiş zaman noktalarında *in vivo* fenotipi yansıtmakta olduğu belirtilmiştir [21,29].

Adcock ve arkadaşları tarafından 2004 yılında yayımlanan çalışmada organotipik serebellar kesit kültürlerinde purkinje hücrelerinin gelişimi incelenmiştir. Bir nöronun dendritik ağacının gelişiminin, duyuşal liflerden gelen sinaptik girdi ve nörotrofik faktörler tarafından aktiviteye bağlı sinyallemeyle düzenlendiği bilinmektedir. Fakat yapılan çalışmada, *ex vivo* beyin dilimlerinde purkinje hücreleri dendritik ağacı gelişiminin, uyarıcı nörotransmisyon ve beyin türevli nörotrofik faktör (BDNF) sinyali yokluğunda da normal olduğunu buldular. Bu gözlemlerden, purkinje hücreleri dendritik gelişiminin birçok yönünün içsel bir büyüme programı ile elde edildiği sonucuna varmışlardır. Dolayısıyla kesit kültürlerinde nöroplastisite ve gelişimin de *in vivo* koşullara paralel bir şekilde korunduğu ve devam ettiği görülmektedir [30].

### **3. ORGANOTİPİK BEYİN KESİTLERİ KULLANIMININ DEZAVANTAJLARI**

Kültüre edilmiş kesitlerdeki bazı nöronlar kesit bütünlüğü içindeki diğer nöronlarla olan aksonal bağlantılarını korurken aynı zamanda kesitte yer almayan daha uzak seviyelerdeki nöronlarla olan normal bağlantılarını kaybederler. Kültüre edilmiş kesit içindeki duyuşal (afferent) bağlantıların kaybedilmesi ile birlikte uzak alanlara gönderilen motor (efferent) bağlantıların kaybedilmesi, aksonların denerve terminallere doğru yeniden organize olması ve genişlemesi ile sonuçlanmaktadır [31].

Organotipik beyin kesit kültürlerinde sinir hücreleri bağlantılarını sürdürebilseler de, kesitler aksotomize bir sistem olduğu için hedef innervasyonlarını kaybedebilirler. Bu aksotomi hücre ölümüne sebep olduğu için, kesit kültür sisteminin en büyük dezavantajıdır [31]. Özellikle embriyonik ve yenidoğan beyinleri aksotomiye karşı oldukça duyarlıdır çünkü hedef kaynaklı nörotrofik faktörlere bağımlıdır. Daha olgun beyinlerde ise aksotomi, büyüme faktörlerinin yerel üretimi ve salınımına bağılı olarak hücre ölümüne sebep olmamakla birlikte rejeneratif yanıtların oluşturulmasına sebep olabilmektedir [31]. Bununla birlikte, farklı nöronal/astroglial sistemler ve tüm beyin yapısının kılcal damarlar ile arasındaki etkileşimin kaybı tek organotipik beyin kesitlerinin dezavantajlarından bir başkasıdır.

Bir başka çalışmada floresan boya ile işaretlenmiş nöronların takibi ile artan sinaptik bağlantı sayısı gözlemlenmiş ve organotipik beyin kesitlerinin düşünüldüğünden daha karmaşık bir yapıda olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla tutarlı olarak, organotipik dilimlerde glutamaterjik sinaps sıklığında önemli bir artış tespit edilmiştir. Kesitlerin hazırlanması aşamasında travmatize olan aksonlar kültür süreci boyunca yeni nöral bağlantılar oluşturmak üzere yönlendirilmektedirler, bu da artan sinaptik bağlantı sayısını açıklamaktadır [29].

Kesit kültürü yapılmadan önce belirli bir doku ve nöronal popülasyon için büyüme faktörlerine duyulan ihtiyaç deneysel olarak belirlenmelidir. Yapılan bir çalışmada, serotonerjik nöronların büyüme faktörü eklenmeden de hayatta kalabildiği raporlanmıştır; bununla birlikte bir beyin kesitindeki tüm nöronlar aksotomize olmamaktadır; örneğin, striatumdaki kolinerjik ara nöronlar aksotomize olmayan izole bir sistem olarak incelenebildiği belirtilmiştir [31].

Yetişkin hayvanlardan alınan beyin kesitleri birkaç saatten fazla hayatta kalamadığı için, bu yöntem kullanılarak raporlanmış çalışmalar oldukça az sayıdadır. Kültür ortamının sıcaklığını düşürme, farklı bileşenler ile hazırlanmış kültür ortamları, karbojen atmosferler ve bazı yetişkin beyin kesit kalınlığının azaltılması dâhil olmak üzere geleneksel protokol parametrelerinde önemli değişiklikler yapıldığını bildiren çalışmalar var olsa da geniş hücre kayıplarının varlığı hala gözlenmektedir [31-33]. Daha önce belirtildiği gibi, her teknik belirli bir zaman dilimi içinde en kullanışlıdır ve hasar erken tespit edilebilse de, tekniklerin çoğu ilk 24 saat içinde en güvenilir olanlardır. Bu durum analizlerin doğru bir

şekilde yapılabilmesi için, ölçümün yapılacağı zaman noktasının veya aralığının dikkatli bir şekilde seçilmesini gerektirmektedir. Dokuda oluşan hasar gözden kaçırılabilir; ilerlemiş zaman noktalarında skar dokusu oluşumu ve fagositozun karmaşık dinamikleri sebebi ile enfarktüs boyutu ile doku kaybı her zaman eşleşmeyebilir [34,35]. Kesit kalitesi yalnızca hazırlık sırasında oluşturulan doku hasarı ile ilişkili olmayıp aynı zamanda kesitin inkübasyon ortamına getirilmesine kadar geçen sürede oluşan dolaşım durması periyodu ile de ilişkilidir.

2011 yılında Ullrich ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada tüm beyin sagittal vibro-kesitlerinin doğum sonrası sıçanlarda birkaç hafta boyunca kültürlenebildiği, kesitlerde bulunan kolinerjik ve dopaminerjik nöronların, güçlü kılcak bağlantıların ve sinir lifi büyümesinin sürdürüldüğü gösterilmiştir [36]. Sinir lifi büyümesi son derece iyi kontrol edilen bir süreçtir ve ko-kültürlerdeki sinir lifleri kısmen tüm yönlerde büyümektedir, bu durum kesitlerin *in vivo* durumu tam olarak temsil edemediğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, beyne nöron transplantasyonu sonrasında belirli bölgelerde son derece kontrollü bir şekilde sinir lifi büyümesi görülmüştür fakat aynı zamanda liflerin *in vivo* uzun mesafeli büyümesi ve sinir liflerinin yeniden yapılanması başarısız olmaktadır. Dolayısıyla, bu modelde lif rekonstrüksiyonu üzerine daha ileri çalışmalarda bulunmak büyük zorluk olacaktır. Fakat izleme ve elektrofizyoloji çalışmalarının birlikteliği ile birbirinden uzakta bulunan farklı beyin alanları arasında işlevsel bir bağlantı olduğu kanıtlanabilir ve böyle bir model ile *in vitro* ortamda beynin kısmen yeniden oluşturulması ve kültüre edilmesi için bir şans sunabilir [36].

#### 4. HİPOKAMPAL KESİT KÜLTÜRÜ ÇALIŞMALARI

Organotipik beyin kesit kültürleri, yeni oluşturulan granül hücrelerin hipokampal ağa anatomik ve fizyolojik olarak entegrasyonunun araştırılması için çeşitli avantajlar sağlamaktadır. 1-2 hafta içerisinde silindirik tüplü kültürler 400 µm kalınlıktan 50- ila 100 µm kalınlığa inceler; böylece nöronların görselleştirilmesi ve mikromanipülasyonu için tek tek hücrelere erişilebilirliği büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır [37]. Ayrıca bu durum hipokampus kesitleri üzerinde nörogenез çalışmaları açısından da avantajlıdır.

Beyin kesit kültürleri elektrofizyolojik çalışmalar için sıklıkla kullanılıyor olmasının yanında; nörodejenerasyon çalışmalarında da yaygın olarak kullanılmakta olup, bu yöntem ile en çok kültüre edilen beyin bölgesi hipokampustur. Çünkü bu bölge birçok nörodejeneratif hastalıkla ilişkili patolojiler ve nöronal kayıplardan tipik olarak etkilenmektedir [27]. Bir çalışmada, lizozomotropik ajanlar ile muamele edilen organotipik hipokampal kesitlerde normal süreç içerisinde yaşlanan insan beyninin gösterdiği özelliklere benzer özellikler olduğu gözlenmiştir. Buna göre, hipokampus kesitlerinde mikrotübül ilişkili protein tau seviyesinin ve kesitlerin eksitotoksositeye karşı hassaslığının arttığı görülmüştür [20].

Genellikle hipokampus, sinaps oluşumu ve özellikle yosunsu lif filizlenmesi çalışmaları için seçilen bir beyin bölgesidir. Bu konudaki öncül çalışma 1993 yılında yapılmış olup; 1 ila 3 haftalık hipokampal organotipik kültürlerde nörit büyümesi ve sinaptogenez oluşumu gösterilmiştir [38]. Buna göre, lezyon oluşumundan bir gün sonra çok sayıda dejeneratif ve rejeneratif sürecin yer aldığı ve birçok yeni fonksiyonel sinaptik temasın oluştuğu ve iletimin 3 ila 6 gün içinde tamamen iyileştiği gözlemlenmiştir.

Ayrıca bu veriler, bir başka çalışma ile desteklenerek yosunsu liflerin uç alanlarının genişlediği ve dentat girus ile CA3 alanlarına doğru ilerlediği gösterilmiştir [39]. Aynı yıl yapılan bir başka çalışmada söz konusu filizlenme reaksiyonlarının, nöral hücre adezyon molekülerinin ekspresyonu ile tetiklendiğini ve bu reaksiyonların sinaps rejenerasyonu mekanizmasında önemli bir rol oynadığı bulunmuştur [40]. Bir dezavantaj olarak görünen aksotomi aynı zamanda hipokampal kesit kültürlerinde yosunsu liflerin yeniden düzenlenmesi, organotipik beyin kesit kültürlerinde reaktif sinaptogenez ve nöronal filizlenme gibi durumların incelenmesine izin vermektedir [41,42].

*In vivo* nörogenез, insanlar da dâhil olmak üzere birçok omurgalı türünün yetişkin hipokampusunda meydana gelmektedir [43]. Yeni granül nöronlar subventriküler bölgede doğar ve farklılaşmak üzere dentat girusa göç ederler. İskemik ve kimyasal hasar, yeni doğan hücrelerin sayısını geçici olarak artırıyor gibi görünse de bunların sürdürülebilir ve onarıma katkıda bulunma yetenekleri büyük ölçüde bilinmemektedir. Birçok çalışmada, kültürlenmiş postnatal hipokampal dokunun yeni glial hücreler ve nöronlar oluşturma kapasitesini incelemiştir. Serebral eksplantasyonun hemen ardından astrositlerin (çoğunlukla reaktif tip II), mikroglia ve fibroblastik hücrelerin, hipokampal kesit yüzeyinde tip II astrositik glial örtüye yol açan geniş bir proliferasyon gerçekleştirmektedir. Bununla birlikte tip I astrositlerin ve fibroblastların çoğunun, substratum kültür arayüzünde aşırı büyüme bölgeleri ile sınırlı olduğu görünmektedir. Bu veriler, önemli süreler boyunca hipokampal kesit kültürlerinde nöronların doğumunu ve olgunlaşmasını ve bu hücrelerin bölgesel ve fenotipik olarak uygun şekilde farklılaştığını açıkça göstermektedir [29].

## 5. İNSAN BEYİN KESİT KÜLTÜRLERİ

Kemirgen beyin dokusu ile yapılan çalışmalardan farklı olarak, insan beyin dokusuna ait organotipik beyin kesit kültürü oluşturmaya yönelik geçmiş çalışmalar dokunun canlılığı ve bütünlüğü açısından belirli kısıtlamalarla sınırlanmıştır [44,45]. Fakat insan beyin kesitleri üzerinde yapılan bazı çalışmalar ile elektrofizyolojik işlev ve optogenetik hedefleme [46] hakkında umut vaat edici veriler sağlamıştır. Devam eden çalışmalarda, birkaç gün gibi kısa süreli kültürler üzerinde ilgili problemlerin virüs güdümlü hızlı ekspresyonu ile başarılı bir şekilde nöral etiketleme, optik manipülasyon ve kalsiyum görüntüleme gerçekleştirilmiştir [47].

Bir başka çalışmada insan beyin omurilik sıvısının nöral canlılığı ve insan beyni kesit kültürlerinin uzun vadeli hayatta kalmasını önemli ölçüde desteklediği ve 21. güne kadar nöral ağ aktivitesinin kayıtlarının alınmasını sağladığı gösterilmiştir. Çalışmada, 2 hafta boyunca genel elektrofizyolojik ve yapısal stabilite sağlandığından tüm katmanlar boyunca piramidal nöronlar ve ara nöronların sistematik analizinin yapılma imkânı yakalanmıştır. Kesit kültür nöronları üzerinde ölçülen parametrelerin çoğunun (virüs aracılı gen ekspresyonu, dentritik diken morfolojisi, glutamaterjik nöron popülasyonu analizi) akut (0. gün), erken (2-3. gün) ve geç (7-14) aşama kültürlerinde farklılık göstermediği ortaya koyulmuştur. Tek fark gösteren parametre olarak, piramidal nöronlarda 0. günde ölçülen dinlenme zar potansiyeli diğer günlerden küçük bir farkla da olsa anlamlı derecede düşük çıkmıştır. Yine de, 14 günlük kültür süreci boyunca yapılan analizler sonucunda kesit kültürlerinin kortikal ağ bileşeni olan piramidal nöronların morfolojik ve elektrofizyolojik parametrelerinde dikkate değer bir stabilite olduğu gösterilmiştir [48].

2019 yılında yapılan bir nöro-onkoloji çalışmasında insan beyin kesitleri kullanılmış ve kesit kültürlerine hastalardan elde edilmiş tümör hücreleri enjekte edilerek glioblastomanın doğal ortamında ilerleyişi incelenmiştir. Çalışmada, serumsuz büyüme ortamında kültüre edilen 300-µm kalınlığındaki kesitlerin 7 güne kadar hücre mimarisinin korunduğu bulunmuştur. Ayrıca yapılan elektrofizyolojik, immunohistokimyasal ve gen ekspresyonu değerlendirmeleri ile insan kesit kültürlerinin *in vivo* ortamı son derece iyi yansıttığı gösterilmiştir. Kanser patolojisi mekanizmaları ve kanser ilacı geliştirme çalışmaları çoğunlukla genetiği değiştirilmiş hücre hatları ksenogreftleri ve hastadan türetilmiş ksenogreft fare modellerine dayanmaktadır. Geleneksel bu teknikler belirli immün yanıtlara sebep olmalarının yanı sıra bir dezavantaj olarak türler arası farklılıkları da büyük ölçüde yansıtmaktadır. Ravi ve arkadaşları tarafından bu çalışma ile insan beyni kesit kültürleri malign glioma invazyonunun *ex vivo* incelenmesi için bir alternatif olarak önerilmiştir [18]. Serumsuz ortamda hücre canlılığının devamlılığı, serum varlığının aşırı nörotrofik faktör ve enerji kaynaklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

## 6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Özellikle artan sayıda hayvan araştırma deneyi göz önüne alındığında, *in vitro* kültürler deney hayvanlarının sayısının ve acılarının belirgin şekilde azaltılmasına olanak sağlayarak 4R kuralına katkıda bulunmaktadır. Yaygın kullanılan bir deney yöntemi olarak birincil hücre kültürleri foksion, morfoloji ve sağ kalım çalışmalarının yanı sıra koruyucu veya toksik kimyasalların etkilerinin incelenmesine olanak tanımaktadır. Fakat izole edilmiş hücrelerin, bu izolasyondan dolayı doğal ortamında bulunan komşu hücreler ile olan temasının kesilmesi sebebi ile organizmanın doğasını yansıtmadığı söylenebilir. Buna rağmen son 10 yılda organotipik kültürlerin *in vivo* benzeri durumları simüle edebilme konusunda büyük bir adım olduğu bulunmuştur.

Organotipik kültürler, orijinal dokunun sinaptik organizasyonunun ve yapısal bütünlüğünün birçok yönden korunmasına ve devamlılığına olanak tanımaktadır. Yolaklar büyük ölçüde bağlantısız kalmasına rağmen, karmaşık üç boyutlu mimari kısmen korunmaya devam eder. Bu yüzden, birincil hücre kültürleriyle kıyaslandığında, organotipik kesit kültürleri *in vivo* duruma en yakın teknik olduğu görülmektedir.

Organotipik kesit kültürlerinin, beyindeki çok çeşitli hücre tiplerinin karmaşık bir ağ içinde çalışmasına izin veren yenilikçi ve güçlü bir *in vitro* metot olduğu söylenebilir. Beyin kesiti analizlerine dayanan deneyler, sakrifiye edilen deney hayvanlarına ait beyin dokusunun *in vivo* durumdaki hücresel ve moleküler işlevlerine çok yakın bir şekilde incelenmesini sağlama avantajına sahiptir.

Kesit kültürleri deney hayvanları refahı etik kurallarına uyum için sağladığı zeminin yanında insan beyni üzerinde gerçekleştirilen nöro-onkoloji çalışmalarında kullanılan ksenograft çalışmalarında karşılaşılan immünolojik reaksiyonlar ve türler arası farklılıklardan kaynaklanan moleküler düzeydeki sorunlara da alternatif olmaktadır.

Organotipik beyin kesitlerinde *in vitro* nöral yeniden düzenlemelerin gözlenmesi, destekleyici bir ortamda hasarlı aksonların yeniden oluşturulabileceğini gösterdiğinden lezyon sonrası büyümenin incelenmesi ve akut iskemi, travmatik yaralanma gibi nöral yaralanmalar ve uzun süreli iyileşme süreçleri üzerine eksitotoksikite ve sinaptik ateşlemenin etkilerinin incelenmesi gibi önemli konularda çalışma alanı sağlamakta olduğu dikkat çekmektedir.

Tek organotipik beyin kesit kültürlerinin tüm beyin vasküler sisteminden ayrılması bu sistemi genel vasküler çalışmalar açısından uygun bir ortam sağlamamaktadır. Bununla birlikte beyin kesitlerinde yerel düzeyde oksijen-glukoz deprivasyon uygulamaları ile iskemi modellemesi gerçekleştirilebilmektedir.

Söz konusu kesit kültürleri kullanılarak yapılan çalışmalarda ekipman tedariki açısından mütevazı bir yatırımın yeterli olması, bu modelin alımında büyük kısıtlamalar ile karşılaşılmayacağını da göstermektedir. Doku diseksiyonu ve kesit alma metodları çok çeşitli olup farklılıklar gösterse de teknik kolaylıkla uygulanabilmektedir.

## 7. SONUÇLAR

Araştırma boyunca incelenen ve tartışılan deneyler ve bulgular, kapsamlı karakterizasyon ve optimizasyondan sonra, böyle bir sistemin potansiyel olarak insan hastalıkları çalışmalarına ve yeni terapötik stratejilerin geliştirilmesine bir araç olarak hizmet edebileceğini göstermektedir. Araştırma kaynaklarında gösterilen bulgular tümü ile ele alındığında, uzun süreli organotipik kesit kültürlerinin

nörodejenerasyon, nörogenez, nörotoksisite, nöro-onkoloji, sinaptogenez, nöronal plastisite, hücrel atrofi ve yaş ile ilişkili süreçleri incelemek ve belirli ajanların nicel ve nitel etkilerini gözlemlemek için güçlü bir model olduğu açıktır.

Sonuç olarak, sahip olduğu dezavantajlara rağmen hücrel bütünlüğün korunduğu beyin kesit kültürleri, doğru deney düzenekleri ve deney parametreleri kurgulandığında birincil hücre kültürleri ve *in vivo* çalışmalara alternatif ve/veya tamamlayıcı olarak verimli bilimsel sonuçlar elde edilmesi yönünden oldukça kullanışlıdır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

## YAZARLARIN KATKILARI

Elif MUTLU: Orijinal taslak hazırlama, düzenleme ve veri toplama. Hasan HS ABUIYADA: veri toplama, yazma-gözden geçirme ve düzenleme.

## KAYNAKLAR

- [1] D. D. Clarke and L. Sokoloff, *Circulation and energy metabolism of the brain*. In: Sigel GJ, Agrano BW, Albers RW, Fisher SK and Uhler MD (eds.), *Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular and Medical Aspects*. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1999, pp. 637-669.
- [2] M. E. Raichle and M. A. Mintun, "Brain work and brain imaging", *Annu Rev Neurosci*, no. 29, pp. 449-476, 2006, doi: 10.1146/annurev.neuro.29.051605.112819.
- [3] G. N. Elston and J. DeFelipe, "Spine distribution in cortical pyramidal cells: a common organizational principle across species" *Prog. Brain Res*, no. 136, pp. 109-133, 2002, doi: 10.1016/s0079-6123(02)36012-6.
- [4] G. N. Elston, R. Benavides-Piccione, and J. DeFelipe, "The Pyramidal Cell in Cognition: A Comparative Study in Human and Monkey," *Journal Neurosci*, vol. 21, no. 17, pp. RC163-RC163, Sep. 2001, doi: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-17-j0002.2001>.
- [5] T. Branco and M. Häusser, "Synaptic Integration Gradients in Single Cortical Pyramidal Cell Dendrites," *Neuron*, vol. 69, no. 5, pp. 885-892, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.neuron.2011.02.006.
- [6] P. Somogyi, G. Tamás, R. Lujan, and E. H. Buhl, "Salient features of synaptic organisation in the cerebral cortex1Published on the World Wide Web on 3 March 1998.1," *Brain Res Rev*, vol. 26, no. 2-3, pp. 113-135, May 1998, doi: 10.1016/s0165-0173(97)00061-1.
- [7] S. M. Crain, B. Crain, and E. R. Peterson, "Development of cross-tolerance to 5-hydroxytryptamine in organotypic cultures of mouse spinal cord-ganglia during chronic exposure to morphine," *Life Sci*, vol. 31, no. 3, pp. 241-247, Jul. 1982, doi: 10.1016/0024-3205(82)90584-7.



- [8] B. H. Gähwiler and F. Hefti, "Guidance of acetylcholinesterase-containing fibres by target tissue in co-cultured brain slices," *Neurosci*, vol. 13, no. 3, pp. 681–689, Nov. 1984.
- [9] L. Stoppini, P.-A. Buchs, and D. Muller, "A simple method for organotypic cultures of nervous tissue," *J. Neurosci. Methods*, vol. 37, no. 2, pp. 173–182, Apr. 1991, doi: 10.1016/0165-0270(91)90128-m.
- [10] P. A. Buchs, L. Stoppini, and D. Muller, "Structural modifications associated with synaptic development in area CA1 of rat hippocampal organotypic cultures," *Brain Res. Dev. Brain Res*, vol. 71, no. 1, pp. 81–91, Jan. 1993, doi: 10.1016/0165-3806(93)90108-m.
- [11] K. Ostergaard, J. P. Schou, and J. Zimmer, "Rat ventral mesencephalon grown as organotypic slice cultures and co-cultured with striatum, hippocampus, and cerebellum," *Exp. Brain Res*, vol. 82, no. 3, Nov. 1990, doi: 10.1007/BF00228796.
- [12] K. Ostergaard, "Organotypic slice cultures of the rat striatum—I. A histochemical and immunocytochemical study of acetylcholinesterase, choline acetyltransferase, glutamate decarboxylase and GABA," *Neurosci*, vol. 53, no. 3, pp. 679–693, Apr. 1993, doi: 10.1016/0306-4522(93)90616-n.
- [13] B. H. Gähwiler, L. Rietschin, T. Knöpfel, and A. Enz, "Continuous presence of nerve growth factor is required for maintenance of cholinergic septal neurons in organotypic slice cultures," *Neurosci*, vol. 36, no. 1, pp. 27–31, Jan. 1990, doi: 10.1016/0306-4522(90)90348-8.
- [14] R. Robertson, J. Baratta, G. Kageyama, D. Ha, and J. Yu, "Specificity of attachment and neurite outgrowth of dissociated basal forebrain cholinergic neurons seeded on to organotypic slice cultures of forebrain," *Neurosci*, vol. 80, no. 3, pp. 741–752, Jul. 1997, doi: 10.1016/s0306-4522(97)00067-5.
- [15] L. Sundstrom, A. Pringle, B. Morrison, and M. Bradley, "Organotypic cultures as tools for functional screening in the CNS," *Drug Discov*, vol. 10, no. 14, pp. 993–1000, Jul. 2005, doi: 10.1016/S1359-6446(05)03502-6.
- [16] B. Drexler, H. Hentschke, B. Antkowiak, and C. Grasshoff, "Organotypic Cultures as Tools for Testing Neuroactive Drugs – Link Between In-Vitro and In-Vivo Experiments," *Curr. Med. Chem*, vol. 17, no. 36, pp. 4538–4550, Dec. 2010, doi: 10.2174/092986710794183042.
- [17] J. Noraberg, "Organotypic Brain Slice Cultures: An Efficient and Reliable Method for Neurotoxicological Screening and Mechanistic Studies," *ATLA*, vol. 32, no. 4, pp. 329–337, Oct. 2004, doi: 10.1177/026119290403200403.
- [18] M.V. Ravi, K. Joseph, J. Wurm, S. Behringer, N. Garrelfs, P. d'Errico, Y. Naseri, P. Franco, M. Meyer-Leuhmann, R. Sankowski, M.J. Shah, I. Mader, D. Delev, M. Follo, J. Beck, O. Schnell, U.G. Hofmann U.G and D.H. Heiland, "Human organotypic brain slice culture: a novel framework for environmental research in neuro-oncology," *Life Sci. Alliance*, vol. 2, no. 4, e201900305, 2019, doi: 10.26508/lsa.201900305.
- [19] C. L. Croft and W. Noble, "Preparation of organotypic brain slice cultures for the study of Alzheimer's disease," *F1000 Res*, vol. 7, pp. 592, 2018, doi: 10.12688/f1000research.14500.2.
- [20] B. A. Bahr, "Long-term hippocampal slices: A model system for investigating synaptic mechanisms and pathologic processes," *J. Neurosci. Res*, vol. 42, no. 3, pp. 294–305, Oct. 1995, doi: 10.1002/jnr.490420303.

- [21] A. Simoni, C. B. Griesinger and F. A. Edwards, “Development of Rat CA1 Neurones in Acute Versus Organotypic Slices: Role of Experience in Synaptic Morphology and Activity,” *J. Physiol*, vol. 550, no. 1, pp. 135–147, Jul. 2003, doi: 10.1113/jphysiol.2003.039099.
- [22] A. İrem Lütfiye, “nAChR  $\alpha 7$ 'nin Sinaptik Plastisite Üzerine Etkilerinin Olfaktör Bulbus Ve Hippokampus Organotipik Kesit Kültürlerinde İncelenmesi,” Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2018.
- [23] B. Gähwiler, “Organotypic slice cultures: a technique has come of age,” *Trends Neurosci*, vol. 20, no. 10, pp. 471–477, Oct. 1997, doi: 10.1113/jphysiol.2003.039099.
- [24] J. G. Mielke, T. Comas, J. Woulfe, R. Monette, B. Chakravarthy and G.A.R Mealing, “Cytoskeletal, synaptic, and nuclear protein changes associated with rat interface organotypic hippocampal slice culture development.” *Brain Res. Dev. Brain Res*, vol. 160, no. 2, pp. 275–86, 2005, doi: 10.1016/j.devbrainres.2005.09.009.
- [25] K. Duff, W. Noble, K. Gaynor, and Y. Matsuoka, “Organotypic Slice Cultures from Transgenic Mice as Disease Model Systems,” *J Mol Neurosci*, vol. 19, no. 3, pp. 317–320, 2002, doi: 10.1385/JMN:19:3:317.
- [26] J. Norberg, B. W. Kristensen, and J. Zimmer, “Markers for neuronal degeneration in organotypic slice cultures,” *Brain Res. Brain Res. Protoc*, vol. 3, no. 3, pp. 278–290, Jan. 1999, doi: 10.1016/s1385-299x(98)00050-6.
- [27] C. L. Croft, H. S. Futch, B. D. Moore, and T. E. Golde, “Organotypic brain slice cultures to model neurodegenerative proteinopathies,” *Mol. Neurodegener*, vol. 14, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.1186/s13024-019-0346-0.
- [28] M. Finley, D. Fairman, D. Liu, P. Li, A. Wood, and S. Cho, “Functional validation of adult hippocampal organotypic cultures as an in vitro model of brain injury,” *Brain Research*, vol. 1001, no. 1–2, pp. 125–132, Mar. 2004, doi: 10.1016/j.brainres.2003.12.009.
- [29] S. Cho, A. Wood, and M. Bowlby, “Brain Slices as Models for Neurodegenerative Disease and Screening Platforms to Identify Novel Therapeutics,” *Curr Neuropharmacol*, vol. 5, no. 1, pp. 19–33, Mar. 2007, doi: 10.2174/157015907780077105.
- [30] K.H. Adcock, F. Metzger and J.P. Kapfhammer, “Purkinje cell dendritic tree development in the absence of excitatory neurotransmission and of brain-derived neurotrophic factor in organotypic slice cultures,” *Neuroscience*, May 2004, doi: 10.1016/j.neuroscience.2004.04.032.
- [31] C. Humpel, “Organotypic vibrosections from whole brain adult Alzheimer mice (overexpressing amyloid-precursor-protein with the Swedish-Dutch-Iowa mutations) as a model to study clearance of beta-amyloid plaques,” *Front. Aging Neurosci*, vol. 7, Apr. 2015, doi: 10.3389/fnagi.2015.00047.
- [32] Z. Xiang, S. Hrabetova, S. I. Moskowitz, P. Casaccia-Bonnet, S. R. Young, V. C. Nimmrich, H. Tiedge, S. Einheber, S. Karnup, R. Bianchi, and P. J. Bergold, “Long-term maintenance of mature hippocampal slices in vitro,” *J Neurosci Methods*, vol. 98, no. 2, pp. 145–154, Jun. 2000, doi: 10.1016/s0165-0270(00)00197-7.
- [33] A. Daria, A. Colombo, G. Llovera, H. Hampel, M. Willem, A. Liesz, C. Haass, and S. Tahirovic, “Young microglia restore amyloid plaque clearance of aged microglia,” *The EMBO J*, vol. 36, no. 5, pp. 583–603, Dec. 2016, doi: 10.15252/embj.201694591.

- [34] H. D. Müller, K. M. Hanumanthiah, K. Diederich, S. Schwab, W.-R. Schäbitz, and C. Sommer, “Brain-Derived Neurotrophic Factor But Not Forced Arm Use Improves Long-Term Outcome After Photothrombotic Stroke and Transiently Upregulates Binding Densities of Excitatory Glutamate Receptors in the Rat Brain,” *Stroke*, vol. 39, no. 3, pp. 1012–1021, Mar. 2008, doi: 10.1161/strokeaha.107.495069.
- [35] E. V. Shanina, C. Redecker, S. Reinecke, T. Schallert, and O. W. Witte, “Long-term effects of sequential cortical infarcts on scar size, brain volume and cognitive function,” *Behav. Brain Res*, vol. 158, no. 1, pp. 69–77, Mar. 2005, doi: 10.1016/j.bbr.2004.08.007.
- [36] C. Ullrich, N. Daschil, and C. Humpel, “Organotypic vibrosections: Novel whole sagittal brain cultures,” *J Neurosci Methods*, vol. 201, no. 1, pp. 131–141, Sep. 2011, doi: 10.1016/j.jneumeth.2011.07.021.
- [37] R. A. McKinney, M. Capogna, R. Dürr, B. H. Gähwiler and S. M. Thompson, “Miniature synaptic events maintain dendritic spines via AMPA receptor activation,” *Nat Neurosci*, vol. 2, no. 1, pp. 44–49, Jan. 1999, doi: 10.1038/4548.
- [38] L. Stoppini, P. A. Buchs, and D. Müller, “Lesion-induced neurite sprouting and synapse formation in hippocampal organotypic cultures,” *Neurosci*, vol. 57, no. 4, pp. 985–994, Dec. 1993, doi: 10.1016/0306-4522(93)90043-f.
- [39] O. Robain, G. Barbin, T. Billette de Villemeur, L. Jardin, T. Jahchan, and Y. Ben-Ari, “Development of mossy fiber synapses in hippocampal slice culture,” *Brain Res Dev Brain Res*, vol. 80, no. 1–2, pp. 244–250, Jul. 1994, doi: 10.1016/0165-3806(94)90109-0.
- [40] D. Müller, L. Stoppini, C. Wang, and J. Z. Kiss, “A role for polysialylated neural cell adhesion molecule in lesion-induced sprouting in hippocampal organotypic cultures,” *Neurosci*, vol. 61, no. 3, pp. 441–445, Aug. 1994, doi: 10.1016/0306-4522(94)90424-3.
- [41] J. Zimmer and B. H. Gähwiler, “Cellular and connective organization of slice cultures of the rat hippocampus and fascia dentata,” *J Comp Neurol*, vol. 228, no. 3, pp. 432–446, Sep. 1984, doi: 10.1002/cne.902280310.
- [42] B.H. Gähwiler, “Morphological differentiation of nerve cells in thin organotypic cultures derived from rat hippocampus and cerebellum,” *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, vol. 211, no. 1184, pp. 287–290, Mar. 1981, doi: 10.1098/rspb.1981.0007.
- [43] G. Kempermann, “Why New Neurons? Possible Functions for Adult Hippocampal Neurogenesis,” *J Neurosci*, vol. 22, no. 3, pp. 635–638, Feb. 2002, doi: 10.1523/JNEUROSCI.22-03-00635.2002.
- [44] W. M. O’Connor, B. L. Davidson, M. G. Kaplitt, M. V. Abbey, M. J. During, P. Leone, D. Langer, M. J. O’Connor, and A. Freese, “Adenovirus Vector-Mediated Gene Transfer into Human Epileptogenic Brain Slices: Prospects for Gene Therapy in Epilepsy,” *Exp. Neurol*, vol. 148, no. 1, pp. 167–178, Nov. 1997, doi: 10.1006/exnr.1997.6658.
- [45] R. W. H. Verwer, E. J. G. Dubelaar, W. T. J. M. C. Hermens, and D. F. Swaab, “Tissue cultures from adult human postmortem subcortical brain areas,” *J Cell Mol Med*, vol. 6, no. 3, pp. 429–432, Jul. 2002, doi: 10.1111/j.1582-4934.2002.tb00522.x.
- [46] M. Andersson, N. Avaliani, A. Svensson, J. Wickham, L. H. Pinborg, B. Jespersen, S. H. Christiansen, J. Bengzon, D. P. D. Woldbye, and M. Kokaia, “Optogenetic control of human neurons in organotypic brain cultures,” *Sci Rep*, vol. 6, no. 1, Apr. 2016, doi: 10.1038/srep24818.

- [47] J. T. Ting, B. Kalmbach, P. Chong, R. de Frates, C. D. Keene, R. P. Gwinn, C. Cobbs, A. L. Ko, J. G. Ojemann, R. G. Ellenbogen, C. Koch, and E. Lein, “A robust ex vivo experimental platform for molecular-genetic dissection of adult human neocortical cell types and circuits,” *Sci Rep*, vol. 8, no. 1, May 2018, doi: 10.1038/s41598-018-26803-9.
- [48] N. Schwarz, B. Uysal, M. Welzer, J. C. Bahr, N. Layer, H. Löffler, K. Stanaitis, H. PA, Y. G. Weber, U. B. Hedrich, J. B. Honegger, A. Skodras, A. J. Becker, T. V. Wuttke, and H. Koch, “Author response: Long-term adult human brain slice cultures as a model system to study human CNS circuitry and disease,” *eLife*, Aug. 2019, doi: 10.7554/eLife.48417.