

## Araştırma Makalesi

# Farklı Sükroz Konsantrasyonlarını İçeren Kültür Ortamında *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze'un *In Vitro* Sürgün Rejenerasyon Performansı

Muhammet DOĞAN\*

\*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Karaman, Türkiye

\*Sorumlu yazar: 03382263826 mtdogan1@gmail.com

Geliş Tarihi:15.05.2019 / Kabul Tarihi: 28.05.2019

### Özet

Bitki doku kültürü ortamlarının temel bileşenlerinden biri karbon kaynağıdır. Birçok karbon kaynağı olmasına rağmen sükroz en çok tercih edilenidir. Bu çalışmada, farklı sükroz konsantrasyonları eklenmiş Murashige ve Skoog (1962) (MS) besin ortamlarında *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze'un sürgün ucu eksplantlarından *in vitro* klonal üretimi araştırılmıştır. Kültür ortamlarında sürgünlerin çıkışları farklı sükroz uygulaması ile değişmiştir. Kontrol grubu ve 5 mg/L sükroz içeren kültür ortamlarında sürgünler geç oluşmuştur. Sürgün rejenerasyon yüzdeleri % 27.77-100 arasında belirlenmiştir. Artan sükroz seviyesine göre sürgün rejenerasyon değerleri artış göstermiştir. Eksplant başına sürgün sayıları 4.67-17.38 adet arasında değişmiştir. Maksimum sürgün sayısı (17.38 adet) 30 g/L sükroz ile desteklenmiş kültür ortamında elde edilmiştir. Sükroz etkisi ile sürgün uzunlukları 1,56-3,45 cm arasında belirlenmiştir. En yüksek sürgün uzunluğu (3.45 cm) 40 g/L sükroz ilave edilmiş kültürlerde kaydedilmiştir. Minimum sürgün sayısı ve sürgün uzunlukları kontrol grubu eksplantlarında tespit edilmiştir. Büyüyen sürgünler üzerinde kök oluşumları elde edildiği için ayrıca köklendirme çalışması gerçekleştirilmemiştir. Bitkiler *ex vitro* şartlara başarıyla alıştırmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Doku kültürü, Karbon kaynağı, Sükroz, Sürgün ucu

## ***In Vitro* Shoot Regeneration Performance of *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze in Culture Medium Containing Different Sucrose Concentrations**

### **Abstract**

One of the main components of plant tissue culture media is the carbon source. Although there are many carbon sources, sucrose is most preferred. In this study, *in vitro* clonal production from shoot tip explants of *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze in Murashige and Skoog (1962) (MS) nutrient media with different sucrose concentrations were investigated. In culture settings, the emergence of shoots changed with different sucrose applications. In culture medium containing 5 mg/L sucrose and in control group, shoots were formed late. The percentages of shoot regeneration were determined between 27.77-100 %. Shoot regeneration values increased according to increasing sucrose level. The number of shoots per explant ranged from 4.67 to 17.38. The maximum number of shoots (17.38) was obtained in culture medium supplemented with 30 g/L sucrose. With the effect of sucrose, shoot lengths were determined between 1.56-3.45 cm. The highest shoot length (3.45 cm) was recorded in 40 g/L sucrose added cultures. The minimum number of shoots and shoot lengths were determined in the control group explants. As root formations were obtained on growing shoots, no rooting study was performed. The plants were successfully acclimatized *ex vitro* conditions.

**Keywords:** Tissue culture, carbon source, sucrose, shoot tip

### **1. Giriş**

Bitki doku kültürü tanımlanmış bir kimyasal kompozisyona sahip aseptik bir ortamda hücrelerin, dokuların veya organların kültürlenmesi için bir tekniktir. Bir diğer ifade ile steril bir büyüme ortamında kontrollü çevre koşulları altında izole edilmiş bitki hücresinin veya doku parçalarının büyümesidir. Doku kültürü, bir bitki hücresinin bütün bir bitkiyi oluşturma yeteneğine sahip olmasına (totipotensi) dayanır (Neelakandan ve Wang, 2012; Ikenganyia ve ark. 2017; Phillips ve Garda, 2019). Doku kültürü uygulamaları, moleküler biyoloji teknikleriyle birleştirildiğinde, metabolik yolların incelenmesi, hücresel işlemlerin açıklanması; genetik mühendisliği aracılığıyla biyotik ve abiyotik strese dirençli hücre hatları üretimi için geliştirilmiş bitkilerin elde edilmesi gibi önemli bir araç haline gelebilir (Loyola-Vargas ve Avilez-Montalvo, 2018).

Bitki doku kültürü teknolojisinin başarısı kültür ortamı kompozisyonundan büyük ölçüde etkilenir. *In vitro* koşullar altında, sağlam ve sağlıklı bir bitki gelişimi için özellikle makro besinler, mikro besinler, bitki büyüme düzenleyicileri, vitaminler, amino asitler ve diğer azot takviyeleri ve şekerler (karbon kaynakları) gereklidir (Loyola-Vargas ve Avilez-Montalvo, 2018; Yaseen ve ark. 2013).

Hücre, doku ve organ kültürleri tamamen ototrofik değildir. Ozmotik potansiyeli sürdürme, sürgün proliferasyonu, köklenme gibi gelişimsel süreçler için kültür ortamında enerji ve karbon kaynağı olarak karbonhidratlara ihtiyaç duyarlar (Abdullah ve ark. 2013; Yaseen ve ark. 2013). Kültür ortamlarında genotiplere ve gelişimin spesifik aşamalarına bağlı olarak çeşitli karbon kaynakları kullanılır. Bununla birlikte, sükrozun genellikle hücre ve doku kültürü ortamlarında tercih edilen şeker olduğu kabul edilir (Ahmad ve ark. 2007; Srivastava ve ark. 2017). Ek olarak sükroz gen düzenleyiciler olarak da işlev görür. Bu nedenle, bitki büyümesi için belirli bir sükroz konsantrasyonunun gereklidir. Bitkilerin değişen sükroz içeriğine, morfolojik ve anatomik değişimler uygulayarak çeşitli genlerin ekspresyonunu düzenlediği öne sürülmüştür (Koch ve ark. 1996; Ghorbani ve ark. 2017). Bitkilerin kullanabileceği diğer bazı ana şekerler arasında monosakarit heksozlar (glukoz, fruktoz, galaktoz ve mannoz), pentozlar (arabinoz, fruktoz, ksiloz), disakaritler (maltoz, laktoz) ve trisakarit (trisinarit) sayılabilir (Naik ve ark. 2017; Loyola-Vargas ve Avilez-Montalvo, 2018).

Bu çalışmada, farklı sükroz konsantrasyonlarına sahip kültür ortamlarının *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze'nin *in vitro* çoğaltımı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

*P. erectus*'un yüzey sterilizasyonu daha önce Doğan (2017) tarafından yapılan işleme göre sterilize edilmiştir. Sterilizasyondan sonra sürgün ucu eksplantları izole edilerek bitki büyüme düzenleyici eklenmemiş Murashige ve Skoog (1962) (MS) besin ortamına aktarılmıştır. Kabin koşulları 24°C'de sıcaklık ve 16 saat aydınlatma şeklinde ayarlanmıştır. Bu kültür ortamında yetiştirilen dört haftalık bitkilerin sürgün ucu eksplantları 0, 5, 10, 20, 30 ve 40 mg/L sükroz ve 0.50 mg/L Zeatin ile desteklenmiş MS ortamına transfer edilmiştir. Kültür ortamlarında ayrıca % 0.65 agar kullanılmıştır.

Besin ortamının hazırlanmasında ultra saf su kullanılmıştır. Besi yerinin pH'sı, 1N NaOH ve 1N HCl kullanılarak 5.7±1'e ayarlanmış ve ardından 1.2 atmosfer basıncında ve 20

dk boyunca 120°C'de sterilizasyon yapılmıştır. Deneylede eksplantlar, beyaz flouresan ışık altında altında 24°C'lik bir sıcaklıkta ve 16 saatlik ışık fotodiyodunda inkübe edilmiştir.

Uzayan ve büyüyen sürgünlerde kök oluşumları meydana geldiği için ayrıca köklendirme çalışmaları gerçekleştirilmemiştir. Köklü sürgünler daha sonra *ex vitro* koşullara uyum sağlaması için akvaryum ortamına transfer edilmiştir. Akvaryum koşulları 24°C sıcaklıkta ve 16 saat aydınlatmada ayarlanmıştır.

Deneyle, üç tekrar halinde gerçekleştirilmiştir. Sürgün rejenerasyon dataları SPSS 21 for Windows (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi) ile analiz edilmiştir. Post Hoc için Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Yüzde dataları arcsin dönüşümüne tabi tutulmuştur (Snedecor ve Cochran, 1967).

### 3. Bulgular ve Tartışma

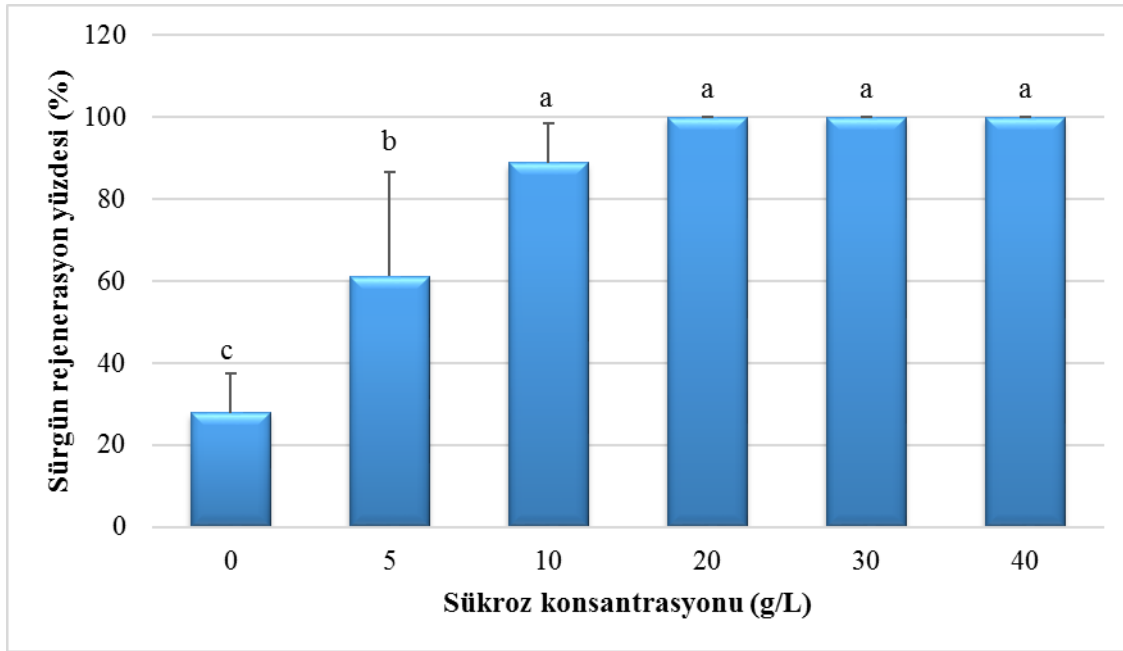
Doku kültürü ortamının temel bileşenlerinden olan sükrozun, besin ortamındaki miktarı sürgün renenerasyonu önemlidir. Eksplantların farklı sükroz değerlerinde farklı sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir (Hdider ve Desjardines, 1994; Serret ve ark. 1997; Vinterhalter ve Vinterhalter, 1999; Faria ve ark. 2004; Gabryszewska, 2015). Bu çalışmada, farklı sükroz koşullarında *P. erectus*'un doku kültürü ile üretimi hedeflenmiştir. Sürgün ucu eksplantlarından 10. günde sürgünler oluşmaya başlamıştır. Ardından sürgünlerin çıkışı artan sükroz konsantrasyonu ile orantılı olarak hızlı artış göstermiştir. En geç sürgün çıkışları kontrol grubunda ve 5 g/L sükroz kullanılan kültürlerde belirlenmiştir. Mevcut çalışmada eksplant olarak sürgün ucu kullanılmıştır. Benzer şekilde daha önce de sürgün ucu eksplantları ile başarılı sürgün rejenerasyon çalışmaları bildirilmiştir (Dogan, 2017, 2018, 2019a; Ling ve ark. 2018; Haque ve Ghosh, 2019; Isah, 2019). Mevcut çalışma sekiz hafta sonunda tamamlanmış ve datalar varyans analizine tabi tutulmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1'de verilen analiz sonuçlarına göre farklı sükroz değerleri bakımından sürgün rejenerasyon frekansı, sürgün sayısı ve uzunluğu % 99 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu anlamlılığın ölçüsünü belirlemek için Duncun testi uygulanmıştır. Sürgün rejenasyon yüzdesi için sonuçlar Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Farklı sükröz uygulamalarının *P. erectus*'un sürgün ucu eksplantlarından sürgün rejenerasyonuna ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Sürgün Rejenerasyon Yüzdesi (%)		Eksplant Başına Sürgün Sayısı (adet)		Sürgün Uzunluğu (cm)	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
<b>Ortam</b>	5	2617.63	18.85**	65.45	11.75**	1.46	56.39**
<b>Hata</b>	12	138.90	-	5.57	-	0.03	-
<b>Genel Toplam</b>	17	-	-	-	-	-	-

\*\*  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

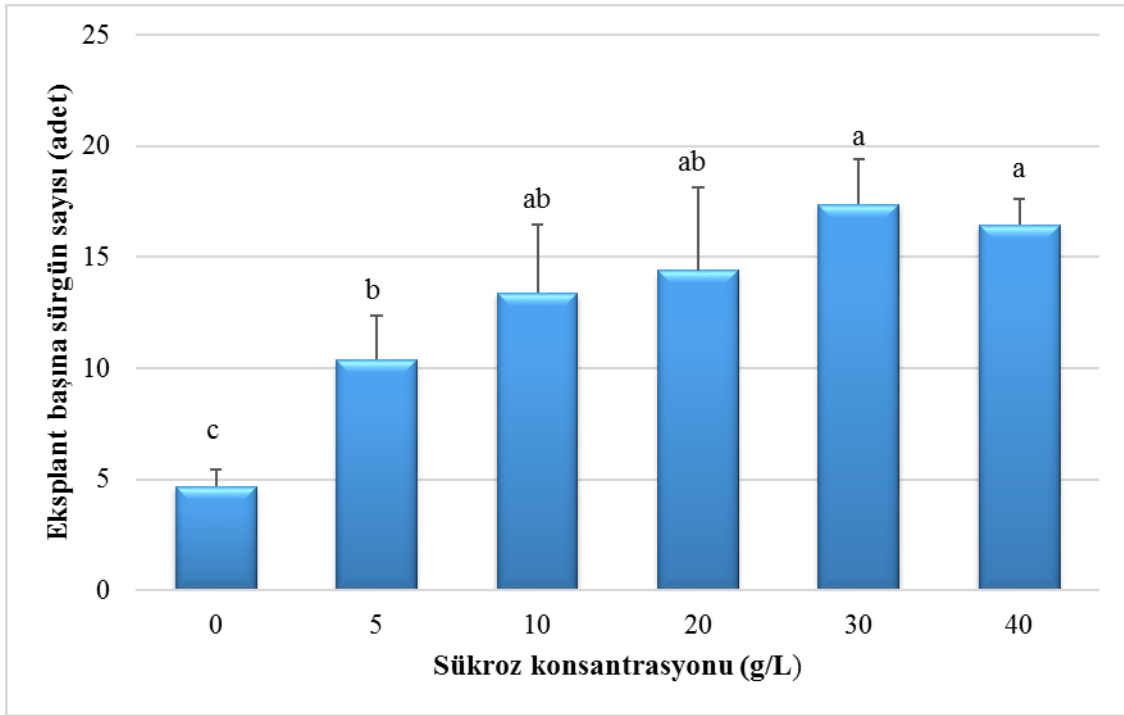


**Şekil 1.** Farklı sükröz uygulamalarının *P. erectus*'un sürgün rejenerasyon yüzdesi üzerine etkisi. Tüm değerler üç tekrarın ortalaması almana gelir ( $n = 3$ ). Dikey çubuklar, standart hataları gösterir. Farklı harfler istatistiksel olarak  $p < 0.05$  seviyesinde anlamlıdır (Duncan).

Sükröz etkisiyle eksplantların sürgün rejenerasyon kapasiteleri ve yüzdeleri farklılık göstermiştir ( $p < 0.05$ ) (Şekil 1). Rejenerasyon frekansları % 27.77-100 arasında belirlenmiştir. Artan sükröz seviyesine göre sürgün rejenerasyon değerleri artış göstermiştir. % 100 rejenerasyon frekansları 10, 20, 30 ve 40 g/L sükröz uygulamasında elde edilirken, % 27.77 rejenerasyon değeri sükröz içermeyen kültür ortamında tespit edilmiştir. Bu verilere

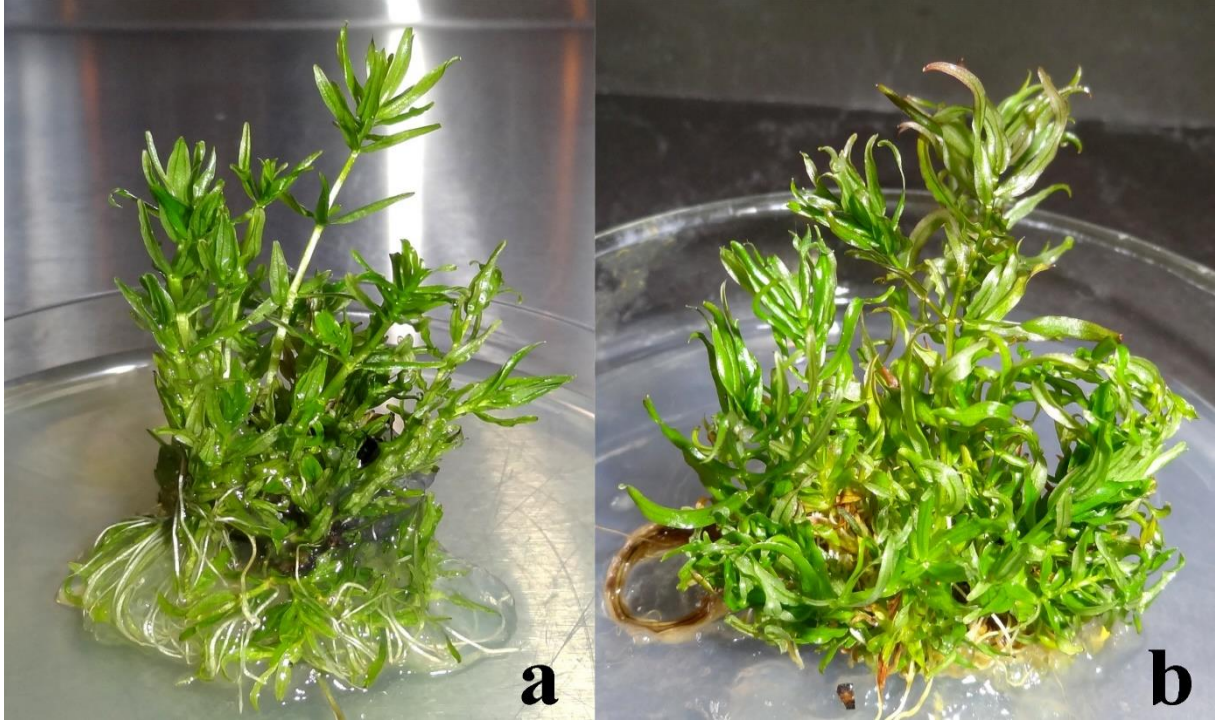
dayanarak sürgün rejenerasyon frekansının kültürdeki sükrozdan önemli derecede etkilendiği ileri sürülebilir.

Ortalama sürgün sayıları ile sükroz etkileşimi Şekil 2’de gösterilmiştir. Kültür ortamındaki sürgün sayıları 4.67-17.38 adet arasında elde edilmiştir. Maksimum sürgün sayısı 17.38 adet ile 30 g/L sükroz eklenmiş MS besin ortamında (Şekil 3a), ardından 16.44 adet ile 40 g/L sükroz eklenmiş MS besin ortamında (Şekil 3b) belirlenmiştir. Fakat 10, 20, 30 ve 40 g/L sükroz içeren kültürdeki eksplant başına sürgün sayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). En düşük eksplant başına sürgünler ise sükroz içermeyen kültürlerde saptanmıştır. Srivastava ve ark. (2017) *Bacopa monnieri* (L.) Wettst.’nin boğum ve yaprak eksplantlarını % 0.5-10 seviyesinde değişen sükroz eklenmiş kültür ortamına aktarmış ve boğum eksplantlarında maksimum sürgün sayısını % 5 sükroz eklenmiş kültürlerde  $22.6\pm 0.31$  adet olarak, yaprak eksplantlarında % 3 sükroz eklenmiş kültürlerde  $20.6\pm 0.35$  adet olarak tespit etmiştir. Ayrıca en yüksek seviyede (% 10) sükroz içeren kültürlerdeki eksplantlardan sürgün çıkışlarının hiç olmadığı bildirilmiştir. Dogan (2019) 30 g/L sükroz ve thidiazuron ve 2,4-Diklorofenoksiasetik asit eklenmiş kültür ortamında *P.erectus*’un sürgün ucu eksplantlarından *in vitro* çoğaltımını araştırmış ve en yüksek sürgünleri 29.39 adet olarak tespit etmiştir. Rasheed ve Yaseen (2013) % 3 sükroz uygulamasının *Asparagus densiflorus*’in üretimi için en uygun konsantrasyon olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde, kültür ortamlarındaki sükroz seviyesinin eksplant başına sürgün sayısını için önemli olduğu ve sükrozun etki değerlerinin bitki türüne göre farklılık gösterebileceği anlaşılmaktadır.



**Şekil 2.** Farklı sükroz uygulamalarının *P. erectus*'un eksplant başına sürgün sayısı üzerine etkisi. Tüm değerler üç tekrarın ortalaması almaya gelir (n = 3). Dikey çubuklar, standart hataları gösterir. Farklı harfler istatistiksel olarak  $p < 0.05$  seviyesinde anlamlıdır (Duncan).

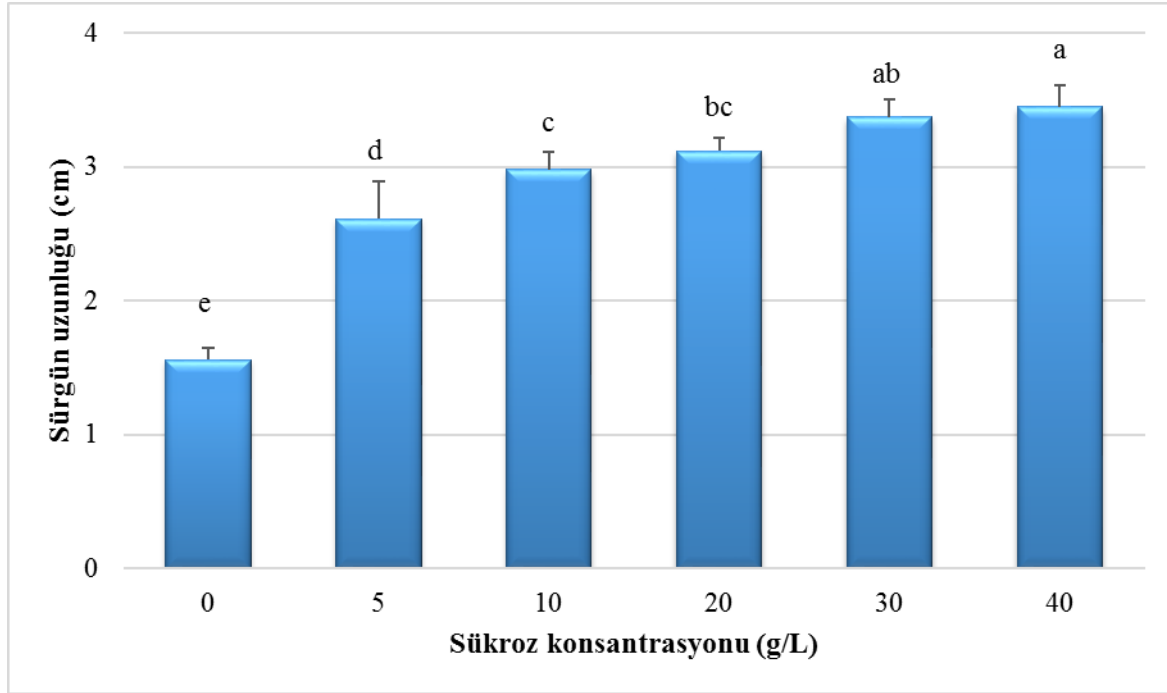
Farklı seviyelerde sükroz eklenmiş kültür ortamında sürgün uzunlukları 1.56-3.45 cm arasında belirlenmiş ve veriler  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlı çıkmıştır (Şekil 4). Kültüre eklenen sükroz seviyesi arttıkça, eksplantlardan çıkan sürgün sayıları da artış göstermiştir. En yüksek sürgün uzunlukları 3.45 cm 40 g/L sükroz ilave edilmiş kültürlerde, ardından 3.37 cm ile 30 g/L sükroz ilave edilmiş kültürlerde elde edilmiştir. Şekil 4'te görüldüğü gibi 40 ve 30 g/L sükroz seviyelerinde elde edilen sürgün uzunlukları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). En düşük sürgün uzunlukları 1.56 cm ile kontrol grubu eksplantlarında tespit edilmiştir. Sükrozun kültür ortamında hiç bulunmaması sürgün uzunluğunu önemli derecede düşürmüştür ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, eksplantlardan çıkan rejenere sürgünlerin uzaması için hormonlar kadar sükroz'unda önemli olduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde Naik ve ark. (2017) sükroz, glukoz, fruktoz, maltoz, sükroz + glukoz (1:1), sükroz + maltoz (1:1), glukoz + fruktoz (1:1), glukoz + maltoz (1:1), fruktoz + sükroz (1:1) ve fruktoz + maltoz (1:1) içeren kültür ortamında *Bacopa monnieri* (L.) Wettst.'nin sürgün rejenerasyonu üzerinde çalışma yürütmüş ve yüksek sayıda rejenere sürgünleri sükrozu tek kültürde elde edilmiştir.



**Şekil 3.** Farklı sükröz uygulanan kültür ortamında *P. erectus*'un sürgün ucu eksplantlarından sürgün rejenerasyonları. (a) 30 g/L sükröz içeren MS ortamında (b) 40 g/L sükröz içeren MS ortamında sürgün rejenerasyonları

Kültür ortamında sükröz etkisi ile üretilen sürgünlerden kökler oluştuğu için direkt olarak *ex vitro* koşullara alıştırılmak için hazırlanmıştır. Bitkiler üzerindeki besinler temizlendikten sonra su bulunan akvaryum koşullarına aktarılmış ve üç haftanın sonunda bitkiler dış koşullara başarıyla alıştırılmıştır.





**Şekil 4.** Farklı sükroz uygulamalarının *P. erectus*'un sürgün uzunluğu üzerine etkisi. Tüm değerler üç tekrarın ortalaması almaya gelir (n = 3). Dikey çubuklar, standart hataları gösterir. Farklı harfler istatistiksel olarak  $p < 0.05$  seviyesinde anlamlıdır (Duncan).

#### 4. Sonuç

Bitki doku kültüründe eksplantlardan sürgün rejenerasyonu ve için daha iyi büyüme ve gelişme sağlamak için karbon kaynakları önemlidir. Sükroz doku kültüründe en yaygın kullanılan karbon kaynağıdır. Bu çalışmada, değişen sükroz varlığında *P. erectus*'un sürgün rejenerasyon kapasiteleri değerlendirilmiş ve sürgün sayısı ve uzunluğu için sükroz varlığının önemi vurgulanmıştır. Kültür ortamındaki sükroz optimizasyonun sürgün sayısını artırdığı belirlenmiştir. *P. erectus*'un *in vitro* üretimi için en iyi sükroz değeri 30 g/L olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, *P. erectus*'un çoklu üretimi için yardımcı olabilir.

#### Kaynaklar

Abdullah, G.R., Al-Khateeb, A.A., & Layous, L.N. (2013). Response of the strawberry Cv. elsanta micro propagation *in vitro* to different carbon sources and concentrations. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 173(804): 1-22.

Ahmad, T., Abbasi, N.A., Hafiz, I.A., & Ali, A. (2007). Comparison of sucrose and sorbitol as main carbon energy sources in micropropagation of peach rootstock GF-677. Pakistan Journal of Botany, 39(4): 1264–1275.

Dogan, M. (2017). Multiple shoot regeneration from shoot tip and nodal explants of *Rotala rotundifolia* (Buch-Ham. ex Roxb) Koehne. *Anatolian Journal of Botany*, 1(1,2): 4-8.

Dogan, M. (2019a). Multiple shoot regeneration via indirect organogenesis from shoot tip and nodal meristem explants of *Ceratophyllum demersum* L. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 29: 568-577.

Dogan, M., & Emsen B. (2018). Anti-cytotoxic-genotoxic influences of *in vitro* propagated *Bacopa monnieri* L. Pennell in cultured human lymphocytes. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*, 1(2): 48-53.

Doğan, M. (2017). *In vitro* koşullarda çoğaltılan bazı su bitkilerinin fitoremediasyon potansiyellerinin araştırılması. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Karaman.

Doğan, M. (2019b). *In vitro* rapid propagation of an aquatic plant *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze. *Anatolian Journal of Botany*, 3(1): 1-6.

Faria, R.T.D., Rodrigues, F.N., Oliveira, L.D.V., & Müller, C. (2004). *In vitro* *Dendrobium nobile* plant growth and rooting in different sucrose concentrations. *Horticultura Brasileira*, 22(4): 780-783.

Gabryszewska, E.A. (2015). Effect of different sucrose and nitrogen salt levels in the medium and temperature on *in vitro* propagation of *Helleborus niger* L. *Acta Agrobotanica*, 68(2): 161-171.

Ghorbani, T., Kahrizi, D., Saeidi, M., & Arji, I. (2017). Effect of sucrose concentrations on *Stevia rebaudiana* Bertoni tissue culture and gene expression. *Cell Mol Biol (Noisy le Grand)*, 63(8): 32-36.

Haque, S.M., & Ghosh, B. (2019). A submerged culture system for rapid micropropagation of the commercially important aquarium plant, 'Amazon sword' (*Echinodorus* 'Indian Red'). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 55(1): 81-87.

Hdider, C., & Desjardines, Y. (1994). Effect of sucrose on photosynthesis and phosphoenolpyruvate carboxylase activity of *in vitro* cultured strawberry plantlets. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 36: 27-33.

Ikenganyia, E.E., Anikwe, M.A.N., Omeje, T.E., & Adinde, J.O. (2017). Plant tissue culture regeneration and aseptic techniques. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, 1(3): 1-6.

Isah, T. (2019). De novo *in vitro* shoot morphogenesis from shoot tip-induced callus cultures of *Gymnema sylvestre* (Retz.) R. Br. ex Sm. *Biological research*, 52(1): 3.

Koch, K. (1996). Carbohydrate-modulated gene expression in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 47: 509-540.

Ling, W.T., Liew, F.C., Lim, W.Y., Subramaniam, S., & Chew, B. L. (2018). Shoot induction from axillary shoot tip explants of fig (*Ficus carica*) cv. Japanese BTM 6. *Tropical Life Sciences Research*, 29(2): 165.

Loyola-Vargas V.M., & Avilez-Montalvo R.N. (2018). Plant Tissue Culture: A Battle Horse in the Genome Editing Using CRISPR/Cas9. In: Loyola-Vargas V., Ochoa-Alejo N. (eds) *Plant Cell Culture Protocols. Methods in Molecular Biology*, vol 1815. Humana Press, New York, NY

Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays With Tobacco Tissue Cultures. *Plant Physiology*, 15: 473-497.

Naik, P.M., Godbole, M., Nagella, P., & Murthy, H.N. (2017). Influence of different media, medium strength and carbon sources on adventitious shoot cultures and production of bacoside A in *Bacopa monnieri* (L.). *Ceylon Journal of Science*, 46(4): 97-104.

Neelakandan, A.K., & Wang, K. (2012). Recent progress in the understanding of tissue culture-induced genome level changes in plants and potential applications. *Plant cell reports*, 31(4): 597-620.

Phillips, G.C., & Garda, M. (2019). Plant tissue culture media and practices: an overview. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 55(3): 242-257.

Rasheed, K.A., & Yaseen, S.A. (2013). *In vitro* shoot multiplication of *Asparagus densiflorus* as affected by media, sucrose and ph. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, 17: 28-35.

Serret, M.D., Trillas, M.I., Matas, J., Araus, J.L. (1997). The effect of different closure types, light, and sucrose concentrations on carbon isotope composition and growth of *Gardenia jasminoides* plantlets during micropropagation and subsequent acclimation *ex vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 47: 217-230.

Snedecor, G.W., & Cochran, W.G. (1997). *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, Iowa. USA.

Srivastava, P., Tiwari, K.N., & Srivastava, G. (2017). Effect of different carbon sources on *in vitro* regeneration of Brahmi *Bacopa monnieri* (L.) An important memory vitalizer. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(3): 202-208.

Vinterhalter, D.V., & Vinterhalter, B.S. (1999). Hormone-like effects of sucrose in plant *in vitro* cultures. *Phyton*, 39(3): 57-60.

Yaseen, M., Ahmad, T., Sablok, G., Standardi, A., & Hafiz, I.A. (2013). Role of carbon sources for *in vitro* plant growth and development. *Molecular biology reports*, 40(4): 2837-2849.

## Research Article

# Investigation of Second Crop No-Tilled Soybean Crop Performance in Kızıltepe Conditions of Turkey

Şerif KAHRAMAN<sup>1\*</sup>, Uğur SEVİLMİŞ<sup>2</sup>, Halil KARAHAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>GAP International Agricultural Research and Training Center, Diyarbakır, TURKEY

<sup>2</sup>Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute, Adana, TURKEY

<sup>3</sup>Karahan Agricultural Enterprise, Mardin, TURKEY

\*Corresponding author: Tel: +90 412 326 1323, e-mail: mserif211@mynet.com

Geliş Tarihi:31.01.2019 / Kabul Tarihi: 27.05.2019

### Abstract

Southeastern Anatolia is a region where agricultural production is widespread under the second crop conditions. This region is one of Turkey's most important potential areas for increasing the very low soybean production amount. In this region, no-till soybean cultivation will provide a longer vegetation time by early sowing which will increase the yield of this species to high levels to compete with maize. This study was carried out to investigate the performance of no-tilled, second crop soybean performance under Kızıltepe conditions which is an important agricultural production zone of South East Anatolia.

In this experiment; Atakisi, Cinsoy, Umut-2002, Yemsoy, Arisoy, May-5312, SA-88, Blaze and Nova (*Glycine max* L.) varieties; ETA1, ETA4, ETA5, ETA6 and ETA7 lines were used as research materials. The experiments were conducted the field of a farmer in Kızıltepe subprovince (South East Anatolia of Turkey) with randomized complete block design with three replicate in 2014 year. Variety of Cinsoy produced highest yield of 3091 kg/ha. followed by varieties Atakisi and Arisoy with 2810 kg/ha. Oil content ranged between 18.5% to 23.3% and protein content was between 36.4% to 38.8%. Plant height ranged between 72.3 cm to 138.0 cm; branch number per plant ranged between 3.1 to 4.7; pods number per plant were between 43.1 to 55.3; grain number per pod were between 2.7 to 3.1 and thousand seed weight ranged between 119.5 to 153.5 g.

**Key words:** Soybean, second crop, no-till, drip irrigation, yield

## **Toprak İşlemesiz, İkinci Ürün Soyanın Türkiye'de Kızıltepe Koşullarındaki Performansının Araştırılması**

### **Özet**

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, ikinci ürün koşullarında tarımsal üretimin yaygın olduğu bir bölgedir. Bu bölge, Türkiye'nin çok düşük olan soya üretimini artırması için en önemli potansiyel alanlardan biridir. Bu bölgede toprak işlemesiz koşullarda yapılacak soya tarımı daha erken ekim sağlayarak bu türün verimini yaygın ekilen mısırla rekabet edebilecek kadar yüksek seviyelere çıkarabilecek daha uzun bir vejetasyon süresi sağlayabilecektir.

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu bölgesinde önemli bir tarımsal havza olan Kızıltepe koşullarında, toprak işlemesiz, ikinci ürün soyanın performansını araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak; Atakişi, Cinsoy, Umut-2002, Yemsoy, Arısoy, May-5312, SA-88, Blaze ve Nova çeşitleri; ETA1, ETA4, ETA5, ETA6 ve ETA7 hatları kullanılmıştır. Araştırma 2014 yılında, çiftçi tarlasında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Cinsoy çeşidi 309.1 kg/da ile en yüksek verimi vermiştir. Bu çeşidi 281.0kg/da ile Atakişi ve Arısoy çeşitleri takip etmiştir. Yağ içeriği %18.5 ile % 23.3 arasında; protein içeriği % 36.4 ile % 38.8 arasında değişmiştir. Bitki boyu 72.3 cm ile 138.0 cm; bitki başına dal sayısı 3.1 ile 4.7 arasında; bitki başına bakla sayısı 43.1 ile 55.3 arasında; baklada dane sayısı 2.7 ile 3.1 arasında değişmiştir. Bin tane ağırlığı 119.5 ile 153.5 g arasında olmuştur.

**Key words:** İkinci ürün,soya, toprak işlemesiz, damla sulama, verim

### **1. Introduction**

In 2013, soybean grain production of Turkey was 0.18 million tons. But crude soybean oil and oilseed importation of country wereover 2 million tons for the same year. For this reason, soybean acreages and production must be increased countrywide. Mardin province is located within Gap Region of Turkey and has a big potential to overcome soybean production deficit of Turkey. In the year 2014, soybean acreage in Mardin province was 1.031 ha (Tuik, 2014). Potential areas for soybean production are irrigated first and second crop areas and as Gap Project is completed, irrigatable land is expected to be increased sharply.

Conservation-tillage is reached to an important level in developed countries. But it is at low levels in Turkey and in South East Anatolia region of Turkey. Application of

conservation tillage to soybean production may reduce stubble burning, erosion and fossil fuel consumption which are among major problems for Turkish agriculture. Warmer climates and stubble burning reduces organic matter content of the soil and push soil fertility to very low levels in Turkey. No-till farming may also be a good tool to increase soybean acreage via reducing costs of fuel, mechanisation and labour.

Comparative yield levels in reduced and conventional tillage are variable and mostly depends on environmental and cultivation conditions. Yields are reduced for conservative tillage under poor drainage and high clay conditions (Griffith et al., 1988; Dick et al. 1985), under very high residue levels, cool soils and short growing seasons (Vyn et al., 1998), intolerant varieties to increased disease frequency (Adee et al., 1994) or improper weed management systems (Oryokot, 1997). Good planning will result in high yield levels (Derpsch, 1998). A proper synergistic and integrated weed, disease, insect, fertility and water management systems might be a very economic solution (Swanton, 1996).

According to conventional second crop soybean trials conducted at “GAP International Agricultural Research and Development Center” in the province of Diyarbakır in 2013, the highest grain yield of 4500 kg/ha was obtained from Atakişivariety. Atakişi was followed by Cinsoy variety with 3890 kg/ha, Umut -2002 variety with 3820 kg/ha where the lowest yield of 2040 kg/ha was obtained from Nova variety (Sevilmiş et al., 2014).

According to second crop soybean trials conducted at in the province of Şanlıurfa in 2015 and 2016, the number of physiological maturity days (FOGS), SPAD (S), NDVI (N) and canopy temperature were examined. According to research results; grain yield of soybean genotypes studied were 2266-3705 kg/ha and physiological maturity days were 104-120 (Erbil and Gür, 2017).

According to second crop soybean trials conducted at in the Aegean region of Turkey in 2015, the highest grain yield was observed from Kana (3998.3kg/ha), BATEM 317 (3893.0 kg/ha) and Kama (3671.8 kg/ha) candidate varieties by Yıldırım and Ilker, (2018). They also found that Bravo (103.7 day), ATAEM-7 ( 104.7 day) and Arısoy (106.25 day) soybean varieties and KASM 03 (106.5 day) line are the best genotypes for earliness. KASM 02 (%21.93) and BATEM 207 (%21.15) lines were superior in terms of crude oil ratio and Arısoy (%45.87) and Nova (%45.86) varieties were superior in terms of crude protein ratio for double cropping in Aegean region (Yıldırım and Ilker 2018).

Using no-till technique will also benefit regional farmers to reduce high soil temperatures at sowing time under second crop conditions to protect seeds from imbibition at

very high temperatures where farmers firstly saw seeds and then irrigate field via sprinklers to extend growing period.

## 2. Materials and Methods

Study materials are Atakisi, Cinsoy, Umut-2002, Yemsoy, Arisoy, May-5312, SA-88, Blaze and Nova (*Glycine max*) varieties; ETA1, ETA4, ETA5, ETA6 and ETA7 lines; drip irrigation system, no-till sawing machine, 18-46-0 fertilizer (18% N, 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and ammonium nitrate fertilizer. Trial was established in Mardin province, in a farmer field, under second crop conditions following lentil, with three replications under split-plot experimental design. Plot length was 12 m, width was 2.8 m and each plot contained 4 rows. Inter row spacing was 70 cm, intra row spacing was 3 cm. Seeds were not inoculated with *Rhizobium japonicum* bacteria. Soybean seeds were drilled via sawing machine directly into field after lentil harvest on date 23th of June 2014.

As starter fertilizer, 150 kg/ha of 18-46-0 fertilizer was banded with sawing. 300 kg/ha ammonium nitrate (33% N) fertilizer top-dressed in equal three parts via drip irrigation system. Total 127 kg N/ha and 69 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was given. The field was irrigated with sprinkler system for emergence after sawing. Rest of the irrigations has done via drip irrigation system. No soil cultivation was applied during the growing season.

Observations and measurements on plant height, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pods were taken. Middle two lines of each plot were harvested mechanically for the grain yields on the date of 27th of October 2014. Yields, moistures and thousand grain weights were measured. Oil and protein analyzing were performed via NIT analysing equipment.

The results have been evaluated on JUMP statistical software package with LSD 5% method.

## 3. Results and Discussion

We found statistically significant differences in terms of grain yield at 14% moisture level where yields ranged between 1801 kg/ha (Blaze variety) to 3091 kg/ha (Cinsoy variety) (Table 1).



Statistically significant differences were found in terms of thousand grain weight. Thousand grain weights ranged between 119.5 g (ETA 5 line) to 153.5 g (ETA 8 line).

We found statistically significant differences in terms of oil contents where oil contents ranged between 18.5% (Yemsoy variety) to 23.3% (May 5312 variety). Statistically significant differences were found in terms of protein contents. Protein contents ranged between 36.4% (Atakisi and May 5313 varieties) to 38.8% (ETA 7 line).

**Table 1.** Grain yield, oil content, protein content and 1000 grain weight values measured in trial.

Genotype	Yield (kg/ha)	1000 grain weight (g)	Oil content (%)	Protein Content (%)
Cinsoy	3091 a	139.8 cd	21.1 c-f	38.4 ab
Atakişi	2810 ab	129.9 def	21.7 bc	36.4 d
Arisoy	2810 ab	134.6 cde	22.2 b	37.7 a-d
Umut 2002	2776 abc	152.7 ab	21.5 bcd	38.5 ab
ETA 4	2602 a-d	131.2 cde	20.8 def	36.5 d
ETA 7	2436 b-e	141.2 cd	19.5 g	38.8 a
ETA 1	2350 b-e	142.1 bc	21.8 bc	37.6 a-d
ETA 6	2340 b-e	153.1 a	20.5 ef	37.7 a-d
ETA 5	2328 b-e	119.5 f	21.3 cde	36.7 d
Yemsoy	2293 c-f	133.8 cde	18.5 h	37.8 a-d
ETA 10	2163 d-g	138.6 cd	20.4 f	38.3 abc
SA 88	2149 d-g	125.1 ef	21.9 bc	37.0 bcd
ETA 8	2060 efg	153.5 a	21.1 c-f	37.6 a-d
May 5312	1830 fg	133.7 cde	23.3 a	36.4 d
Blaze	1801 g	140.4 cd	21.9 bc	36.9 cd
Avergae	2389	137.9	21.2	37.5
CV	12.28	4.77	2.35	2.42
LSD	49.08**	10.99**	0.83**	1.52*

\* Significant at level 5%, \*\* Significant at level 1%; NS: not significant.

We found statistically significant differences in terms of the number of grains per pod where the number of grains per pod ranged between 2.7 (SA 88 and Atakisi varieties) and 3.1 (ETA 7 and ETA 10 lines) (Table 2).

There were no statistically significant differences in terms of the number of pods per plant. But we found statistically significant differences in terms of the number of branches per plant. The number of branches per plant was between 3.1 (Umut 2002 variety) to 4.7 (ETA 8 line). We found statistically significant differences in terms of plant height where plant height ranged between 72.3 cm (Blaze variety) to 138.0 cm (Yemsoy variety).

**Table 2.** Plant height, first pod height, number of branches, number of pods per plant and grain number per pod values measured in trial.

Genotype	Number of grains per pod	Number of pods per plant	Number of branches per plant	Plant Height (cm)
Cinsoy	2.8 bcd	54.7	3.9 a-d	96.7 fg
Atakişi	2.7 d	51.9	3.3 d	111.7 cde
Arisoy	2.8 bcd	45.3	3.4 cd	113.7 b-e
Umut 2002	2.9 a-d	50.0	3.1 d	122.3 bc
ETA 4	2.8 bcd	47.1	3.4 cd	109.0 def
ETA 7	3.1 a	50.5	3.7 bcd	102.7 efg
ETA 1	2.9 a-d	43.1	3.7 bcd	115.3 bcd
ETA 6	2.9 a-d	55.3	4.2 abc	103.0 d-g
ETA 5	2.9 abc	52.8	3.7 cd	109.3 de
Yemsoy	2.9 a-d	48.5	4.5 ab	138.0 a
ETA 10	3.1 a	49.5	3.7 cd	125.0 b
SA 88	2.7 d	48.3	3.8 bcd	110.7 cde
ETA 8	2.9 abc	44.5	4.7 a	93.7 g
May 5312	3.0 ab	46.7	3.9 bcd	76.3 h
Blaze	2.9 abc	44.9	3.9 a-d	72.3 h
Avergae	2.9	48.9	3.8	106.6
CV	4.7	14.1	12.7	7.1
LSD	0.2*	n.s.	0.8*	12.6**

\* Significant at level 5%, \*\* Significant at level 1%; NS: not significant.

As a result, Cinsoy, Atakisi, Arisoy, Umut-2002 varieties and ETA 4 line were well performed compared to other genotypes in the trial under no-till second crop drip irrigated conditions in Kızıltepe province of South East Anatolia region of Turkey.

It is needed to use alternative growing packages to produce higher yield levels under hot, second crop, no-till, drip irrigated conditions in Kızıltepe province. Wherefore the location is highland with high solar radiation under second crop conditions, it may be a good option to crop soybeans under narrow row with higher plant populations using short varieties in combination with bacterial inoculation to produce satisfactory yield levels to compete with second crop maize.

### Acknowledgement

This work was supported by Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry (Project No: TAGEM/TBAD/14/A04/P01/06-2).

## References

- Adee, E. A., Oplinger, E. S., Grau, C. R.(1994). Tillage, rotation sequence, and cultivar influences on Brown Stem Rot and soybean yield. *Journal of Production Agriculture* 7, 341-347.
- Derpsch, R. (1998). Historical review of no-tillage cultivation of crops, JIRCAS Working Rep. 13:1–18., Japan Int. Res. Ctr. for Agric. Sciences, Ibaraki, Japan.
- Dick, WA., Van Doren, D. M. Jr. (1985). Continuous tillage and rotation combinations effects on corn, soybean, and oat yields. *Agron J* 77:459–465.
- Erbil, E. and Gür, M.A. (2017). Investigation of Performance of Some Advanced Soybean Lines at Şanlıurfa Second Crop Conditions Using Physiological and Morphological Parameters Regarding Traits of Yield. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* (2017) 21(4): 480-493.
- Griffith, D. R., Kladvko, E.J., Mannering, J. V., West, T. D., Parsons, S. D. (1988). Long-term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter poorly drained soils, *Agron. J.* 80:599–605.
- Oryokot, J. O. E.(1997). Effect of tillage and corn on pigweed (*Amaranthus* spp.) seedling emergence and density, *Weed Sci.* 45:120–126.
- Sevilmiş, U., Kahraman, S., & Karademir, E.(2014). Investigation of Yield and Quality Characteristics of Some Commercial Soybean Varieties under No-Tilled Second Crop Conditions in Diyarbakır. *International Mesopotamia Agriculture Congress, 22-25 September, Abstract Book, Oral Presentations, s,15, Diyarbakır – Turkey.*
- Swanton, C. J., Murphy, S. D.(1996). Weed science beyond the weeds: The role of integrated weed management (IWM) in agroecosystem health, *Weed Sci.* 44:437–445.
- TUİK.(2014). Turkish statistical Institute. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/> access date: 04.03.2015.
- Vyn, T. J., Opoku, G., Swanton, C. J. (1998). Residue management and minimum tillage systems for soybean following wheat, *Agron. J.* 90:131–138.
- Yıldırım, A. and Ilker, E. (2018). Determination of Yield and Important Agronomic Traits and Quality Traits of Some Soybean Varieties and Lines Grown Under Second Crop Condition in The Aegean Region. *ADÜ ZİRAAT DERG*, 2018;15(2):1-8.

## Araştırma Makalesi

### Karakaya Baraj Gölü 10. Bölgesinin Su Kalitesi ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi

Mehmet KÜÇÜKYILMAZ<sup>1\*</sup>, Gürel Nedim ÖRNEKÇİ<sup>1</sup>, Ali Atilla USLU<sup>1</sup>, Nevin BİRİCİ<sup>1</sup>, Tunay ŞEKER<sup>1</sup>, Nurten ÖZBEY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ

\*Sorumlu Yazar:0 535 620 1881; mehmet.kucukyilmaztarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi:29.11.2018 / Kabul Tarihi:25.04.2019

#### Özet

Bu çalışma; Karakaya 10. Bölgesi olarak bilinen Keban barajı çıkış suyundan başlayıp Karakaya baraj gölü göl alanına kadar olan 22 km uzunluğundaki nehir özelliği gösteren ve balık yetiştiriciliği etkilerine maruz kalan bölgede 2011 yılında mevsimsel olarak 2 örnekleme noktasından şubat, mayıs, temmuz ve ekim aylarında yüzeysel su örnekleri alınarak yapılmıştır. Alınan su örnekleri genel parametreler (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik), oksijenlendirme parametreleri (çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, Kimyasal oksijen ihtiyacı) ve besin elementleri parametreleri (amonyum azotu, nitrat azotu, nitrit azotu, toplam azot, toplam kjeldahl azotu, toplam fosfor) incelenmiştir. Karakaya Baraj Gölü 10. Bölgesi Yerüstü Su Kalitesi, Su Kirliliği ve Kontrolü, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliklerine göre değerlendirildiğinde; genel, oksijen ve besin elementleri parametrelerine göre I. sınıf yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karakaya Baraj Gölü, Nitrat, pH, Su Kalitesi

### Evaluation of Water Quality and Trout Breeding of the 10<sup>th</sup> Region of Karakaya Dam Lake

#### Abstract

This work was constructed in the 22 km long river property and exposed to the effects of fish farming in the region starting from the exit water of Keban Lake to Karakaya Dam Lake area known as Karakaya 10th Region in 2011 and surface water samples were taken from two

sampling points in February, May, July and October. In taken water samples, water quality parameters (temperature, pH, electrical conductivity), oxygenation parameters (dissolved oxygen, oxygen saturation, chemical oxygen demand) and nutrient parameters (ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, total nitrogen, total kjeldahl nitrogen, total phosphorus) were examined. 10th Region of Karakaya Dam Lake was determined in the first class high quality according to the general, oxygen and nutrient parameters when evaluated according to Surface Water Quality Regulation, Water Pollution and Control Regulation, Surface Water Quality Regulation.

**Keywords:** Karakaya dam lake, Nitrate, pH, Water quality

## 1.Giriş

Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili, 8333 km kıyı şeridi, 80791 km<sup>2</sup> denizalanı, 10000 km<sup>2</sup> doğal gölü, 15000 ha göleti, 342377 ha baraj gölü ve 177714 km uzunluğunda akarsuları ile önemli bir potansiyele sahiptir. Su kalitesi; türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik durumlarını etkilemektedir ve sürekli alıcı ortam özelliği gösterdiği için çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenmektedirler. Bu kirlenme sadece içinde yaşayan canlıları olumsuz etkilemekle kalmaz, bu olumsuz etki besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşmaktadır (Yılmaz, 2004). Barajlar ve göletler, elektrik üretimi, içme suyu temini, tarımsal sulama, balıkçılık, sel kontrolü ve rekreasyon gibi amaçlarla inşa edilirler (Mason, 1991). Çok çeşitli avantajları dikkate alındığında enerji üretimi bakımından baraj gölleri termik ve nükleer santrallere kıyasla ön plana çıkmış ve akarsu kaynaklarının varlığı nedeniyle Türkiye'de bu öncelikli amaçla 700'e yakın baraj ve 500'ün üzerinde hidroelektrik santral inşa edilmiştir (Küçükylmaz ve ark., 2010). Gerçekten bir su kaynağının etkin kullanımını belirlemek için öngörülen beklentileri sağlayacak bir izleme programının titizlikle yürütülmesiyle kaynak hakkında bilgi toplanması zorunludur (Şen ve Koçer, 2003). Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticiler, göller üzerinde büyük bir baskı oluşturarak ötrofikasyona neden olmaktadır. Ayrıca aşırı azot ve fosfor girdisiyle meydana gelen göl ötrofikasyonu, su kalitesinin bozulmasına ve biyoçeşitliliğin önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır (Taş, 2011). Karakaya Baraj Gölü'nde yoğun olarak balık avcılığı yapılmaktadır. Göl de bulunan ekonomik balık türleri, aynalı sazan, tatlısu kefali, karabalık, kababurun, turna, sarı balık veya siraz balığı, sis balığı ve alabalık gibi

türlerdir. Ayrıca Karakaya Baraj Gölü'nde yoğun bir şekilde ağ kafeslerde alabalık üretimi de yapılmaktadır (Anonim, 2010).

Karakaya Barajı, Diyarbakır İli Çüngüş İlçesi sınırları içinde, Fırat nehri üzerinde, Güneydoğu Anadolu projesi'nin bir parçası olarak elektrik enerjisi üretimi amacıyla 1976-1987 yılları arasında inşa edilmiştir. Karakaya Barajı Fırat Nehri üzerinde Keban Barajı ve HES'in 166 km mansabında, Atatürk Barajı ve HES'in 180 km mansabında yer almaktadır. Diyarbakır'a 150 km uzaklıkta bulunan baraj adını yakınında bulunan Karakaya köyünden almıştır. Beton kemer gövde ağırlık tipi olan barajın gövde hacmi 2.000.000 m<sup>3</sup>, normal su kotunda göl hacmi 9.580,00 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 268,00 km<sup>2</sup>'dir. Baraj yılda 102 hm<sup>3</sup>, içme ve kullanma suyu sağlamaktadır. Karakaya Baraj Gölü'nün Diyarbakır, Malatya, Elazığ ve Adıyaman illerine kıyısı bulunmaktadır (Anonim, 2012a).

Karakaya 10. Bölgesi Keban barajı çıkış suyundan başlayıp Karakaya baraj gölü göl alanına kadar olan 22 km uzunluğundaki nehir özelliği gösteren kısımdır (Uslu ve ark., 2014). Keban barajı çıkışı Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesi başlangıç noktası Şekil 1 'de görülmektedir.

Karakaya barajı 10. Bölgesinde yoğun bir şekilde kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu alanda toplam 38 adet işletme olup, kapasiteleri yaklaşık 6.000 ton/yıl' dır. Bu çalışmada, balık yetiştiriciliği etkilerine maruz kalan bölgedeki fizikokimyasal özelliklerin ortaya çıkarılması ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği kriterlerine göre su kalite sınıfının belirlenmesi amaçlanmıştır.

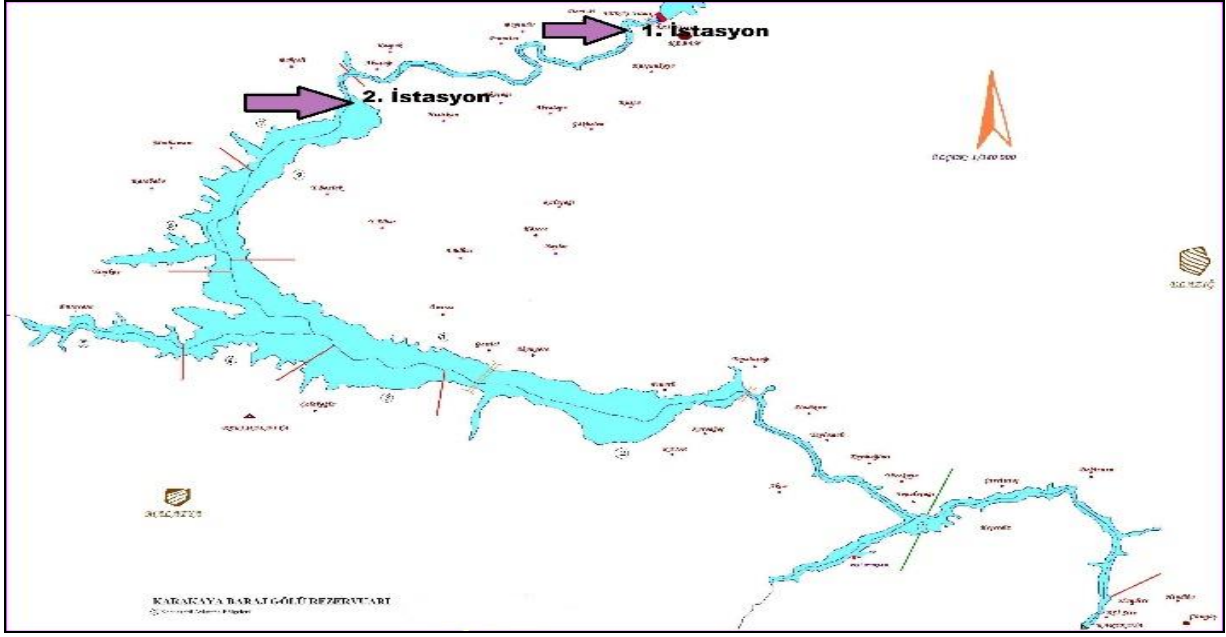


**Şekil 1.** Keban barajı çıkışı Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesi başlangıç noktası

## 2. Materyal ve Metot

Karakaya Barajı, Diyarbakır İli Çüngüş İlçesi sınırları içinde, Fırat nehri üzerinde, elektrik enerjisi üretimi amacıyla 1976-1987 yılları arasında inşa edilmiştir. Karakaya 10. Bölgesi Keban barajı çıkış suyundan başlayıp Karakaya baraj gölü göl alanına kadar olan 22 km uzunluğundaki nehir özelliği gösteren kısımdır. Karakaya Baraj Gölü'nün Keban çıkışını oluşturan ve 10. Avlak sahasını temsil eden üst bölgesi nispeten sığ ve akarsu özelliği göstermektedir. Keban Baraj Gölü'nden çıkan taban suyu, yıl boyunca düşük sıcaklıklara sahip olduğundan mevcut alabalık kafes işletmeleri de yoğunlukla bu alana yerleşmişlerdir. Balık işletmelerinin başlangıcında ve bitiminde olmak üzere bu alandan 2 istasyon belirlenmiştir (Şekil 2). Bu istasyonlarda yüzeysel yerinde fiziksel ölçümler yapılmıştır. Ayrıca su örnekleri (Şekil 3). 1 L hacimli polipropilen şişelere konularak kimyasal analizler için laboratuvara taşınmıştır.

Bu istasyonlardan 2011 yılı boyunca mevsimsel (Şubat, Mayıs, Temmuz, Ekim) olarak örnekleme yapılmıştır. Fiziksel parametreler sıcaklık, çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, HACH HQ30d ve pH, elektriksel iletkenlik HACH HQ40d cihazlarla arazide ölçülmüştür. Kimyasal parametrelerin analizleri ise, su örneğinin alınmasını takip eden gün içerisinde Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır. Alınan su örneklerinin 500 mL'si nitroselüloz membran filtreden süzülükten sonra analizlere başlanmıştır. Filtre edilen örneklerde kimyasal oksijen ihtiyacı açık geri damıtma ve titrasyon metoduyla tayin edilmiştir (Apha, 1998). Amanyok, nitrit, nitrat, iyon kromatografik metotla tayin edilmiştir. Toplam azot ve toplam fosfor persülfat ayrıştırma işlemi sonun da iyon kromatografik metotla tayin edilmiştir.



Şekil 2. Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesindeki örnekleme istasyonları



Şekil 3. Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesinde 1. İstasyonda yapılan arazi çalışması

### 3. Bulgular ve Tartışma

Baraj Gölü'nün nehir özelliği taşıyan bölgedeki örnekleme noktalarında sıcaklık yüzey suyunda 9.4-26°C arasında değişmiştir (Tablo 1). En düşük sıcaklık mayısta 2. İstasyonda, en yüksek sıcaklık temmuzda yine 2. İstasyonda ölçülmüştür. Sıcaklık mevsimsel bir değişim göstermiştir. Mayısta nehir özellikli istasyonlarda düşük sıcaklık ölçülmüş olup Temmuzda göle yakın olan 2. istasyonda sıcaklık yükselmiştir. Ekimde iki istasyonda da sıcaklıklar düşük ölçülmüştür.



Elektriksel iletkenlik jeolojik yapıya ve yağış miktarına bağlı olarak değişim gösterir, buna karşın sudaki besin tuzlarından etkilenmez (Temponeras ve ark., 2000). Araştırma alanında ortalama elektriksel iletkenlik 349-457  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında ölçülmüştür. En düşük elektriksel iletkenlik temmuzda 1. İstasyonda, en yüksek elektriksel iletkenlik mayısta 2. İstasyonda ölçülmüştür. Sularda kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik değeri 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değerini aşmaktadır (Anonim, 2012b).

Nehir bölgesindeki pH, örnekleme noktalarında yüzeyde 7.7-8.7 değerleri arasında ölçülmüştür. En düşük pH temmuzda 1. İstasyonda, en yüksek pH ekimde 2. İstasyonda ölçülmüştür. Bir gölün pH'ı ölçülerek o gölün serbest karbondioksit miktarı, alkalik veya asidik olduğu saptanabilir. Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Suyun yüksek pH değerleri göstermesi durumunda amonyak ve azot bileşiklerinin zararlı etkileri artar. Bu nedenle alabalık yetiştiriciliği yapılacak sularda pH değerinin 6.5-8.5 arasında olması gerekir (Çelikkale, 1994). Bununla birlikte Keban Baraj Gölü çıkışını temsil eden ilk istasyonda pH temmuzda 7.7 ile en düşük ölçülürken, Ekim'de diğer aylara kıyasla 8.4 olarak daha yüksek değerlerde kaydedilmiştir.

Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesi 2. İstasyonu Şekil 4' de verilmiştir. Çözünmüş oksijen nehir özelliği taşıyan bölgedeki örnekleme noktalarında 6.1-9.8 mg/l arasında ölçülmüştür. En düşük çözünmüş oksijen ekimde 1. İstasyonda, en yüksek çözünmüş oksijen temmuzda 2. İstasyonda ölçülmüştür. Buna göre Karakaya Baraj Gölü 10. Bölgesi çözünmüş oksijen miktarı açısından akuatik yaşam için uygundur diyebiliriz. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre sularda çözünmüş oksijen miktarı 8 mg/L ise I. Sınıf yüksek kaliteli su, 6 mg/L ise II. Sınıf az kirlenmiş su, 3 mg/L ise III. Sınıf kirli su ve <3 mg/L ise IV. Sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir (Anonim, 2012). Alabalık yetiştiriciliğinde gerekli olan çözünmüş oksijen miktarı 6-7 mg/l olmalıdır (Edmonson, 1991). Oksijen doygunluğu % 64-131 arasında ölçülmüştür.

**Tablo 1.** Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesindeki örnekleme noktalarında izlenen su kalitesi parametrelerinin değişimi

	min	mak	ort	±ss	min	mak	ort	±ss
	<b>Sıcaklık (°C)</b>				<b>pH</b>			
<b>Yüzey</b>	9.4	26.0	13.2	5.9	7.7	8.7	8.2	0.3
	<b>Elektriksel iletkenlik (µS/cm)</b>				<b>Çözünmüş oksijen (mg/L)</b>			
<b>Yüzey</b>	349	457	381	35	6.1	9.8	8.3	1.3
	<b>Oksijen doygunluğu (%)</b>				<b>Amonyum azotu (mg/L)</b>			
<b>Yüzey</b>	64	131	90	19	0.007	0.045	0.017	0.016
	<b>Nitrit azotu (mg/L)</b>				<b>Nitrat azotu (mg/L)</b>			
<b>Yüzey</b>	<0.001	0.011	0.004	0.005	0.061	0.393	0.272	0.120
	<b>Toplam fosfor (mg/L)</b>				<b>Kimyasal oksijen ihtiyacı (mg/L)</b>			
<b>Yüzey</b>	0.011	0.014	0.013	0.001	3.2	19.9	10.9	6.9
	<b>Toplam azot (mg/L)</b>				<b>Toplam kioldahl-azotu</b>			
<b>Yüzey</b>	0.178	1.540	0.818	0.669	0.116	1.136	0.506	0.544

**Şekil 4.** Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesi 2. İstasyon

Amonyum azotu, nehir özelliği taşıyan bölgede 0.007-0.045 mg/l arasında düşük miktarlarda ölçülmüştür. En düşük amonyum azotu şubatta 1. İstasyonda, en yüksek

amonyum azotu mayısta 1. İstasyonda ölçülmüştür. İnorganik azot ve azot bileşikleri sularda çözünmüş gaz halinde, çözünmüş veya asılı organik bileşik ve mineral şeklinde bulunabilir. Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Nitrat azotu algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir faktördür. Temiz sularda nitrat çok az miktarda bulunur. Çevresel şartların etkisi altında, özellikle sel zamanı ve organik kirlenme nitratı önemli ölçüde arttırabilmektedir (Tanyolaç, 2006). Fiziksel ve kimyasal analiz verileri değerlendirildiğinde Karakaya Baraj Gölü'nün mezotrof göllerin özelliğine sahip olduğu görülmektedir (Küçükyılmaz ve Ark., 2017). Temmuz ve Ekim aylarında tayin edilemeyen nitrit azotu ise, diğer aylarda <0.001-0,011 mg/l arasında, nitrat ortalama 0.272 mg/l olarak ölçülmüştür. Toplam azot, 0.178-1.540 mg/l, toplam fosfor, 0.011-0.014 mg/l, kimyasal oksijen ihtiyacı mayısta 19.9 mg/l 2. İstasyonda, en düşük 3.2 mg/l şubatta 1. İstasyonda ve ortalama 10.9 mg/l olarak ölçülmüştür. Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Tablo 2' de verilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen fizikokimyasal parametrelere ait veriler Su Kirliliği Kontrolü ve Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliklerine (Anonim, 2012). Göre değerlendirildiğinde Karakaya 10. bölgesi genel şartlar (pH, elektriksel İletkenlik) bakımından I. Sınıf, oksijen parametreleri (çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı) bakımından I. sınıf, nutrient parametreleri bakımından (toplam azot, amonyum azotu, nitrat azotu, nitrit azotu, toplam kejdal azotu, toplam fosfor) bakımından I. Sınıf olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

#### **4. Sonuç**

Bu çalışmada elde edilen fizikokimyasal parametrelere ait veriler Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre değerlendirildiğinde, Karakaya Baraj Gölü 10. Bölgesi sularının I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı sonucuna varılabilmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde I. sınıfa dahil olan suların yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi, hayvan üretimi, çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar için uygun olduğu bildirilmektedir. Bu durum dikkate alınarak bu tip su kaynaklarında gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir (Folke ve Kautsky, 1989).

**Tablo 2.** Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları <sup>(a)</sup>				Sonuç	Sınıfı
	I	II	III	IV		
<i>Genel Şartlar</i>						
pH	6-9	6-9	6-9	6-9	8.2	<b>I</b>
İletkenlik ( $\mu\text{S/cm}$ )	< 400	1000	3000	> 3000	381	<b>I</b>
<i>(A) Oksijenlendirme Parametreleri</i>						
Çözünmüş oksijen ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	> 8	6	3	< 3	8.3	<b>I</b>
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ( $\text{mg/L}$ )	< 25	50	70	> 70	10.9	<b>I</b>
<i>(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri</i>						
Amonyum azotu ( $\text{mg NH}_4^+-\text{N/L}$ )	< 0.2	1	2	> 2	0.017	<b>I</b>
Nitrat azotu ( $\text{mg NO}_3^--\text{N/L}$ )	< 3	10	20	> 20	0.272	<b>I</b>
Toplam azot ( $\text{mg N/L}$ )	< 3.5	11.5	25	> 25	0.818	<b>I</b>
Toplam kjeldahl-azotu ( $\text{mg N/L}$ )	< 0.5	1.5	5	> 5	0.06	<b>I</b>
Toplam fosfor ( $\text{mg P/L}$ )	< 0.08	0.2	0.8	> 0.8	0.013	<b>I</b>

Kafeslerde yoğun olarak balık yetiştiriciliğinin küresel, bölgesel ve yerel olarak bazı önemli çevresel etkilere sahip olduğunu bildirmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde son yıllarda birçok ülkede, çevresel kaygılarla ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla oldukça sıkı ve düzenleyici kurallar uygulanmaya başlanmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili faaliyetler ekonomik olduğu kadar, çevre dostu da olmalıdır. Bu yeni yaklaşım, çevresel dengenin korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Şahin, 2003).

Mevsimsel olarak yapılan bu araştırma sonucunda su kalite parametrelerine ait bazı veriler yardımıyla, Karakaya Baraj Gölü 10. bölgesinin su kalite sınıfları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde mevcut "kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri", "göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri" tablolarından yararlanılarak tespit edilmiştir (Anonim, 2012). Karakaya 10. bölgesinde yoğun olarak kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği söz konusudur. Bu nedenle, iyi bir su kalitesine sahip olan ve henüz önemli bir kirlilik problemi bulunmayan bölgede, tatlı su ekosistemlerinin korunması, akılcı kullanılması ve sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliğinden kaynaklanabilecek olan olası çevresel etkilerin daha detaylı olarak izleme çalışmalarının devam ettirilmesi büyük önem arz etmektedir.

## Kaynaklar

- Anonim., (2010). Avcılık Verileri G.T.H.B, İl Müdürlüğü, Elazığ.
- Anonim. (2012ba). [https://tr.wikipedia.org/wiki/Karakaya\\_Baraj%C4%B1\\_ve\\_Hidroelektrik\\_Santrali](https://tr.wikipedia.org/wiki/Karakaya_Baraj%C4%B1_ve_Hidroelektrik_Santrali), Erişim Tarihi:2012.
- Anonim., (2012b). Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği 10 Ağustos 2016 tarih 29797 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- APHA, AWWA, WEF, (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition. American Public Health Association, Washington DC.
- Çelikkale, M.S., (1994). İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt 1, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Edmonson, J. (1991). Environment And Fish Health Water Quality for Aquaculture. Training Course On Disease Diagnosis And Prevention, Bodrum, November 17-30 1991.FAO Corporate Document Repository, Fisheries Department, 32 p.
- Folke, C., Kautsky, N., (1989). The Role of Ecosystem For a Sustainable Development of Aquaculture. *Ambio* 18 (4): 234–243
- Küçükylmaz, M., Uslu, G., Birici, N., Örnekçi, N. G., Yıldız, N., Şeker, T. (2010). Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi, “International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium” 26-28 October (2010). Konya/Turkey.
- Küçükylmaz M., G. Uslu, N. Birici, G. N. Örnekçi, N. Yıldız, T. Şeker, (2017). Karakaya Baraj Gölü Su Kalitenin incelenmesi, *Yunus Araştırma Bülteni*, (2): s.145-155
- Mason, C. F. (1991). *Biology of Freshwater Pollution*. 2nd ed. Longman Great Britain.
- Şahin, T., (2003). Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Çevreye Etkisi, *Sümae Yunus Araştırma Bülteni*, 3(2): 8–10.
- Şen, B., Koçer, M.A.T., (2003). Su Kalitesi İzleme. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2-5 Eylül 2003, Elazığ. pp.567-572.
- Tanyolaç, J., (2006). *Limnoloji (Tatlısu Bilimi)*. Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara.
- Taş, B., (2011). Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*. 3: 43-61. Temponeras, M., Kristiansen, J., Moustaka-Gouni, M., (2000). Seasonal Variation in Phytoplankton Composition and Physical-Chemical Features of the Shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia* 424, 109-122.
- Uslu, A.A., Örnekçi G.N., Karakaya G., (2014). Karakaya Baraj Gölü 10. Bölgesi'nin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi Ve Akuakültür

Açısından Değerlendirilmesi, Doğu Anadolu Bölgesi 5. Su ürünleri Sempozyumu, Özet Kitapçığı. 31 Mayıs – 02 Haziran, Elazığ.

Yılmaz, F., (2004). Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Ekoloji 13 (50), 10-17.

## Derleme

# İneklerde Foliküler Dalga Dinamikleri ve Ekzojen Kontrolü

Uğur KARA

<sup>1</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

Sorumlu yazar: 0532 553 2681, ugurvetkara@hotmail.com

Geliş Tarihi:11.04.2019 / Kabul Tarihi: 21.05.2019

### Özet

Sığırlarda folikül gelişimi dalgalar halinde gerçekleşir ve bir östrus siklusu süresince genellikle iki ya da üç folikül dalgası görülür. Bir foliküler dalga aynı anda büyümeye başlayan bir grup folikül içerir. Sığırlarda ovaryum foliküler dinamikleri; küçük foliküllerin büyümesi, dominant folikül seçimi, dominant folikülün atrezisi veya ovulasyonu ile sonraki siklusun başlamasını kapsar. Sığırlarda antral folikül büyümesi iki aşamada meydana gelir; ilk aşama "yavaş" büyüme aşamasıdır. Bu aşama antrum oluşumundan, folikülün ultrason ile tespit edilebilecek yaklaşık 3 mm'lik bir çapa ulaşmasına kadar olan süreci kapsar. İkinci aşama ise "hızlı büyüme" fazıdır. Bu süreç foliküllerin gonadotropine bağımlı olduğu dönemdir ve folikül grubunun büyümesini, dominant folikül seçimini ve büyümesini içerir. Sığırlarda sabit zamanlı suni tohumlama, embriyo transferi ve süperovulasyon uygulamaları için foliküler dalga oluşumunun senkronize edilmesine yönelik uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Foliküler dalga oluşumunun senkronizasyonu uygulamaları fiziksel ya da hormonal olarak dominant folikülün diğer foliküller üzerindeki baskılayıcı etkisini ortadan kaldırılması temeline dayanmaktadır. Folikül ablasyonu uygulaması doğrudan fiziksel olarak dominant folikülün baskılayıcı etkisini ortadan kaldırmaya yönelik bir girişimdir. Hormonal uygulamalar ise dominant folikülün atrezisi, luteinizasyonu veya ovulasyonu sağlanarak baskılayıcı etkisinin ortadan kaldırılmasına yönelik bir uygulama şeklidir. Hormonal uygulama amacıyla östrojenler, progesteron, GnRH ve LH kullanılmaktadır. Bu derlemede sığırlarda foliküler gelişim, foliküler dalga dinamikleri ve foliküler dalga oluşumunun ekzojen kontrolü hakkında özet bilgi verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Foliküler dalga, folikül ablasyonu, GnRH, LH, östrojen, sığır

## Follicular Wave Dynamics and Exogenous Control in Cows

### Abstract

In cattle, follicle growth occurs in waves and usually two or three follicle waves are seen during an oestrus cycle. A follicular wave consists of a group of follicles that begin to grow simultaneously. Cattle ovary follicular dynamics; include the growth of small follicles, selection of dominant follicles, atresia or ovulation of the dominant follicle, and initiation of the next cycle. Antral follicle growth occurs in two stages in cattle; The first stage is the "slow" growth phase. This phase covers the process from the antrum formation until the follicle reaches a diameter of about 3 mm which can be detected by ultrasound. The second stage is the "rapid growth" phase. This process is the period when the follicles are gonadotropin dependent and include the growth of the follicle group, the selection of the dominant follicle and growth of dominant follicle. There is a need for applications for synchronizing follicular wave formation for fixed-time artificial insemination, embryo transfer and superovulation applications in cattle. The applications of synchronization of follicular wave emergence are based on physical or hormonal removal of the suppressive effect of the dominant follicle. The application of follicle ablation is an attempt to directly physically to eliminate the suppressive effect of the dominant follicle. Hormonal applications are applied to eliminate the suppressive effect of the dominant follicle by providing atresia, luteinization or ovulation. For hormonal administration, estrogens, progesterone, GnRH and LH are used. In this review, we provide an overview of follicular development, follicular wave dynamics and exogenous control of follicular wave emergence in cattle.

**Key words:** Follicular wave, follicle ablation, GnRH, LH, estrogen, cattle

### 1. Giriş

Sığırlarda ovaryum foliküler dinamikleri; küçük foliküllerin büyümesi, dominant folikülün seçimi, atrezisi veya ovulasyonu ile bir sonraki siklusun başlamasını içerir. Sığırlarda folikül gelişimi dalgalar halinde gerçekleşir ve bir östrus siklusu süresince genellikle iki ya da üç foliküler dalga oluşur (Knopf ve ark. 1989).

Real-time ultrasonografinin kullanılmaya başlanması foliküler gelişim aşamalarının ve foliküler dalgalarının oluşum zamanlarının tespit edilmesini sağlamıştır. Bununla birlikte, tek



bir ultrasonografik muayeneye bulguları ile foliküler gelişim ya da foliküler dalga oluşumlarının aşamalarını kesin olarak belirlemek zordur. Süperovulasyon protokollerinin uygulaması sonrası oluşan ovaryum fonksiyonel cevabındaki ve östrus senkronizasyonu ya da uyarımı için prostaglandin  $F_2\alpha$  ( $PGF_2\alpha$ ) kullanımından sonra östrus görülmesine kadar geçen zamandaki değişkenlikler uygulamaların başlangıcında foliküler dalga gelişiminin aşamalarındaki bireysel farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Kastelic ve ark., 1990; Mapletoft ve ark., 1993). Genellikle ticari embriyo üretimi ve östrus senkronizasyon uygulamalarında, hayvanların bireysel foliküler dalga oluşumlarının seri olarak muayene ile belirlenmesi pratik değildir. Alternatif ve pratik bir yaklaşım olarak bir folikül dalgasının oluşumu kontrol edilerek östrus senkronizasyon programlarında dominant folikül gelişimi ile eş zamanlı olarak luteolizis uyarılabilir, ovulasyon senkronizasyonu uygulamaları yapılabilir, süperovulasyon uygulamaları için ekzojen gonadotropin uygulamasına yanıt verebilecek maksimum sayıda folikülün ortaya çıktığı foliküler dalga başlangıç zamanlarında folikül stimulan hormon (FSH) uygulamalarına başlanılabilir (Bó ve ark., 1995). Bu derlemede sığırlarda foliküler dalga dinamikleri ve foliküler dalga oluşumunun ekzojen kontrolü hakkında özet bilgi verilmiştir.

### 1.1. Foliküler Dalgalar

Sığırlarda foliküler gelişim bir östrus siklusu süresince bir grup folikülün dalga benzeri bir model şeklinde geliştiği iki ya da üç folikül dalgasından oluşur (Knopf ve ark., 1989). Sığırlarda foliküler dalga oluşumu, başlangıçta 3-4 mm çapında ultrasonografi ile saptanabilen ve sayıları 8 ile 41 adet arasında değişen küçük foliküllerin aniden (2-3 gün içinde) büyümesi ile karakterizedir. Büyüme oranı bir foliküler dalga içerisindeki foliküller arasında yaklaşık 2 gün boyunca benzerdir. Foliküller arasından bir folikül büyümeye devam etmek için seçildiğinde (dominant folikül) geri kalanlar atretik hale gelir ve geriler (subordinat foliküller) (Adams ve ark., 2008). Bir foliküler dalganın dominant folikülü (DF) diğer gelişen foliküllerden daha büyüktür ve ürettiği steroid ve nonsteroid maddeler aracılığıyla diğer foliküllerin gelişimini ve yeni foliküler dalga oluşumunu engeller (Adams ve ark., 1993).

Foliküler dalga ortaya çıkışının iki dalgalı sikluslarda ortalama ovulasyon günü (0. gün) ve siklusun 10. günü, üç dalgalı sikluslarda 0, 9 ve 16. günlerde olduğu belirlenmiştir (Ginther ve ark., 1989). Progesteronun etkisiyle (diöstrus dönemi gibi) ardışık foliküler dalgaların dominant folikülleri atreziye maruz kalır. Luteolizisin başlangıcındaki mevcut

dominant folikül ovulatör folikül olur ve bir sonraki foliküler dalganın oluşumunu ovulasyon gününe kadar engeller. Korpus luteum (CL) iki foliküler dalgadan oluşan siklularda (16. gün) üç foliküler dalgadan oluşan siklularda (19. gün) göre daha erken gerilemeye başlar ve bu nedenle iki foliküler dalga oluşan östrus siklulalarının süresi daha kısadır (22-23 güne karşı 19-20 gün) (Adams ve ark., 2008). İki dalgalı siklularda (7 gün) ovulatör folikül gelişimi üç dalgalı siklularda (3 gün) göre daha uzun süre yüksek progesteron (P4) ortamında oluşur. Ayrıca iki dalgalı siklulaların ovulatör folikülü üç dalgalı siklularda göre daha uzun süre gelişmeye devam eder (11 güne karşı 7 gün), bu nedenle ovulasyon zamanında folikül büyüklüğü daha fazladır (17mm karşı 14mm) (Ginther ve ark., 1989). Benzer şekilde östrus senkronizasyonu amacıyla yönelik olarak kullanılan uzun süreli P4 uygulamaları kalıcı büyük bir folikül gelişimine neden olur. Östrus senkronizasyonu için luteolizisin uyarılmasından sonra yapılan P4 uygulamaları bir subluteal faz benzeri P4 seviyesi oluşturur (Savio ve ark., 1993). Bu subluteal faz progesteron konsantrasyonu dolaşımdaki LH' nin normal pulzasyon frekansından daha yüksek olmasına ve bunun sonucunda kalıcı büyük boyutlu bir DF'ün gelişmesine neden olur (Kojima ve ark., 2003). Böylece kalıcı hale gelmiş büyük foliküller içerisindeki oosit yaşlanacağı için düşük fertilitte oluşur (Savio ve ark., 1993).

İki ve üç foliküler dalgalı siklularda sahip sığırlarda gebelik oranları karşılaştırılmış, üç dalgalı siklularda göre iki dalgalı siklularda preovulatör folikülün nispeten daha uzun bir süre boyunca büyüdüğü ve nispeten yaşlı bir oosit içerebileceği fikrine dayanarak karşılaştırılmıştır. Ancak sonuçlar çelişkilidir. Bazı çalışmalarda gebelik oranları iki ya da üç dalgalı siklularda arasında farklılık göstermemiş iken (Ahmad ve ark., 1997; Bleach ve ark., 2004), diğer bir çalışmada ise iki foliküler dalgalı siklularda için daha düşük gebelik oranı bildirilmiştir (Townson ve ark., 2002).

Sığırlarda her foliküler dalga sırasında gelişen DF ovulasyon kapasitesine sahip olmakla beraber (Savio ve ark., 1990) ancak sadece son foliküler dalganın DF'ü ovule olur (Bergfelt ve ark., 1991). Luteolizise bağlı olarak P4'da azalmanın olduğu dönemdeki foliküler dalganın DF'ü ovule olur. Luteal fazda P4'un varlığında DF atreziye maruz kalır ve yeni bir foliküler dalga ortaya çıkar (Savio ve ark., 1993).

Bos taurus sığırlarda belirli bir foliküler dalga deseni için ırk veya yaşa özel bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Üç dalgalı siklus oranındaki artış, yetersiz beslenme ve ısı stresi ile ilişkilendirilmiştir. Bos indicus sığırlarda, foliküler dalga oluşumu üzerine mevsimsel bir etki tespit edilmemiş, ancak foliküler dalga oluşumunun benzerliği mevsimsel olarak ilişkilendirilmiştir. Nelore sığırlar ile yapılan bir çalışmada düvelerinin çoğunluğunda

(% 65) östrus siklusları üç foliküler dalgadan oluşurken, nelore ineklerinin çoğunluğunun (%83) iki foliküler dalga içeren siklulara sahip oldukları belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada *bos indicus* ineklerin östrus sikluslarının %27'sinin, *bos indicus* düvelerin %7'sinin sikluslarının dört foliküler gelişim dalgasından oluştuğu bildirilmiştir (Bo' ve ark., 2003; Adams ve ark., 2008). Bununla birlikte iki ve üç dalgalı siklus gösteren hayvanların oranında ve her siklus süresince foliküler dalgaların oluşum zamanında özellikle ikinci foliküler dalganın ortaya çıkış zamanında büyük farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir. Bu duruma neden olan genetik ve çevresel faktörler henüz tam olarak açıklanamamıştır (Badinga ve ark., 1992).

## 1.2. Follikülogenezis

Sığır ovaryumlarında iki farklı folikül havuzu bulunur. Foliküler gelişimin olmadığı havuzda primordial foliküller bulunurken, büyümekte olan folikülleri içeren havuzda ise primer, sekonder ve tersiyer foliküller yer alır (Kanitz ve ark., 2001).

Foliküler gelişim primordiyal foliküllerdeki yassı pre-granuloza hücrelerinin tek katmanlı kübik granuloza hücrelerine dönüşümü (primer folikül) ile başlar (Braw-Tal ve ark., 1997). Oositin çevresinde granuloza hücre katmanlarının iki ile altı kat arasında çoğalması ile sekonder folikül, altı kattan fazla artış ve içi sıvı dolu antrumun şekillenmesi sonucu ise tersiyer veya antral foliküller oluşur (Lussier ve ark., 1987; Braw-Tal ve ark., 1997).

Sığırlarda antral folikül büyümesi iki aşamada meydana gelir. İlk aşama "yavaş" büyüme aşamasıdır. Bu aşama antrum oluşumundan ultrason ile tespit edilebilen yaklaşık 3 mm çaplı foliküllerin şekillenmesine kadar olan dönemi kapsar. İkinci aşama ise "hızlı" büyüme aşamasıdır. Bu aşamada foliküller gonadotropine bağımlıdır. Bu dönem folikül grubunun büyümesini, dominant folikül seçimini ve DF gelişimini içerir (Mihm ve Bleach, 2003). Birinci aşama olan "yavaş" foliküler gelişim dönemi 30 günden fazla süren (Lussier ve ark., 1987), İkinci dönem yani "hızlı" büyüme aşaması yalnızca 5-7 gün sürer. İkinci aşama genellikle 3 mm'den küçük bir grup folikülün aniden ultrason ile belirlenebilecek şekilde ortaya çıkması ile başlar ve yukarıda belirtilen diğer büyüme süreçleri ile devam eden foliküler dalga olarak tanımlanır (Sunderland ve ark., 1994).

Gonadotropin reseptörleri, steroidojenik enzimler, büyüme faktörleri (IGF-I ve IGF-II) ve bunların bağlanma proteinleri (IGFBP) için mRNA ekspresyonundaki değişiklikler foliküler büyüme ve atrezi süreçlerinin farklı aşamalarında önemli görevler üstlenirler. Genel

olarak gonadotropin reseptörleri, steroidojenik enzimler ve steroidojenik akut düzenleyici protein (StAR) için mRNA'nın ekspresyonu foliküler gelişim aşamalarında kaydedilen ilerlemelere bağlı olarak artar ve DF maksimum büyüklüğe yaklaştığında en yüksek seviyeye ulaşır. Foliküler atrezi aşamasında mRNA'nın ekspresyonu hızla azalır ve düşük ya da belirlenemeyecek düzeye iner. DF'lerin granuloza hücrelerinde IGF-I ve teka hücrelerinde IGF-II artarken, granuloza hücrelerinde IGFBP-2 azalır. Bir folikül grubunun foliküler gelişimi granuloza hücrelerinde P450 scc ve P450 aromataz enzimleri için mRNA'nın ekspresyonununun başlatılması ile ilişkilidir (Bao ve Garverick, 1998; Beg ve ark., 2001). Aromataz folikül duvarındaki granuloza hücrelerinde üretilir (östradiol sentez aşamında gereklidir) ve 4 mm'lik foliküllerde bulunur (Echternkamp ve ark., 1994), ayrıca 5-7 mm'lik foliküllerde östradiol seviyesinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Mihm ve ark., 1997). IGF I hücre çoğalmasını ve farklılaşmasını uyarır, ayrıca P450 aromataz enziminin aktivitesini artırarak steroidogenez üzerine FSH ile sinerjik olarak etki eder (Echternkamp ve ark., 1994). DF'lerin seçimi granuloza hücrelerinde luteotropik hormon (LH) reseptörlerinin oluşması ile alakalı olarak mRNA ve 3 $\beta$ -HSD ekspresyonu ile ilişkilidir. Bu nedenle gen ekspresyonundaki değişiklikler muhtemelen ovaryumda foliküllerin gelişim sürecinin başlaması, seçilme, dominantlık ve atrezi aşamalarının gerçekleşmesi için önemlidir (Bao ve Garverick, 1998; Beg ve ark., 2001).

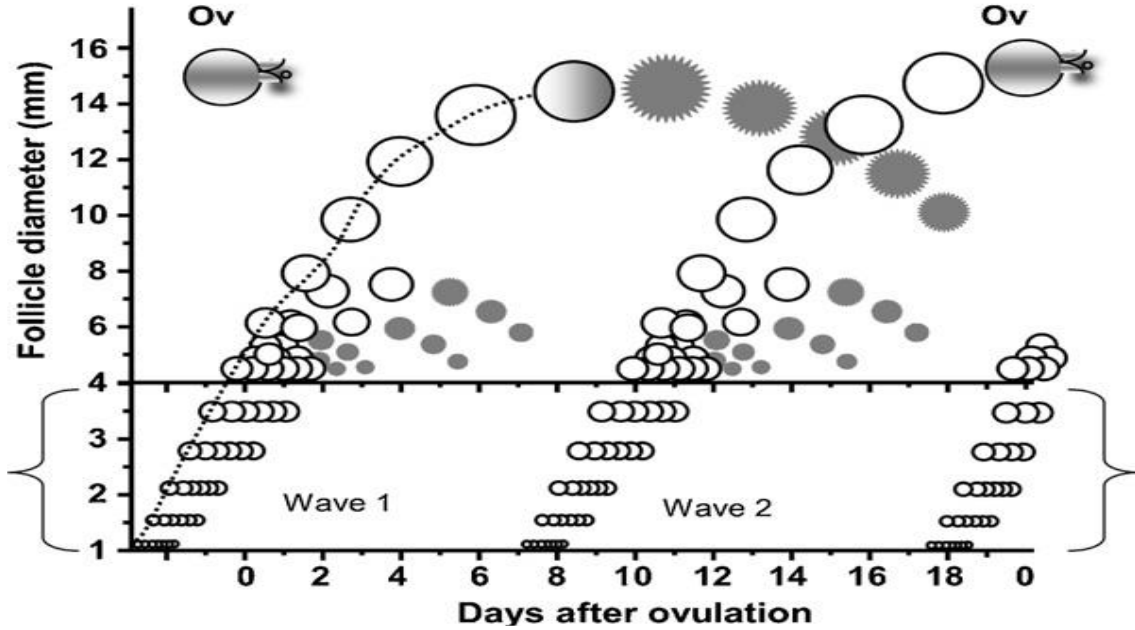
### 1.3. Foliküler Gelişim ve FSH'nın Rolü

FSH foliküler dalga oluşum sürecinin endokrin aşamasının başlangıcında anahtar rol oynayan bir hormondur (Adams ve ark., 1992a; Sunderland ve ark., 1994). FSH yalnızca foliküllerin granuloza hücrelerinde lokalize olan spesifik reseptörlere bağlanarak etki eder (Simoni ve ark., 1997). FSH'nın  $\geq 4$  mm'lik foliküllerin dalga benzeri gelişimini düzenlemedeki rolü açık bir şekilde ifade edilmiştir. FSH'nın küçük antral ve preantral foliküller dahil olmak üzere daha küçük foliküllerin gelişimindeki rolü belirsizliğini korumaktadır (Adams ve ark., 2008). FSH'nın küçük foliküllerin (<1 mm) gelişiminin düzenlenmesindeki rolü tartışılmalıdır. Bununla ilgili olarak sığırlarda bir folikül gelişiminin ikinci aşaması olan hızlı büyüme aşamasına ulaşana kadar FSH reseptörlerinin (FSHr) adenilat siklaz ikinci mesajlaşma sistemine bağlanamadığı ve dolayısıyla FSHr'nin işlevsel olmadığı ileri sürülmüştür. İn vitro çalışmalarda uygulanan ekzojen FSH'nın küçük foliküller üzerindeki fark edilebilir etki oluşturmamasına bağlı olarak bu sonuca varılmıştır (Wandji ve

ark., 1992). Bununla birlikte FSH'nın sığırlarda in vitro ve in vivo üretilen preantral ve küçük antral foliküller üzerindeki büyüme destekleyici etkisi olduğu belirlenmiş ve böylece FSH'nın erken evre preantral ve antral foliküllerin gelişiminde rol oynadığı gösterilmiştir (Adams ve ark. 2008). Düveler üzerinde yapılan bir çalışmada FSH salınımlarının foliküler dalga oluşumunun ultrasonoğrafik muayene ile (4 ve 5 mm'lik foliküllerin) belirlenmesinden 2 ile 4 gün önce başladığı, foliküler dalga oluşumundan 1 veya 2 gün önce pike ulaştığı ve foliküler dalganın foliküllerinin dominant ve subordinat foliküller olarak seçilmeye başladığında (foliküller 6-7 mm) ise azalmaya başladığı bildirilmiştir (Adams ve ark., 1992b). Bir östrus siklusu süresince FSH'nın dolaşımdaki konsantrasyonlarında periyodik olarak oluşan artışlar 4 ile 5 mm'lik foliküllerin dalga benzeri gelişimini uyarır. Buna bağlı olarak foliküler dalga oluşumu sonrasında foliküller dolaşımdaki artan FSH konsantrasyonlarına yanıt olarak büyümeye (4-9 mm) devam ederler (Adams ve ark., 1992a). Genel olarak 4-5 mm'lik foliküllerin foliküler dalga içerisinde büyümesiyle FSH konsantrasyonlarında azalma görülür. Bu durum FSH piki sonrası gelecek DF ve diğer büyük foliküller 6 mm büyüklüğe ulaştığında başlar.

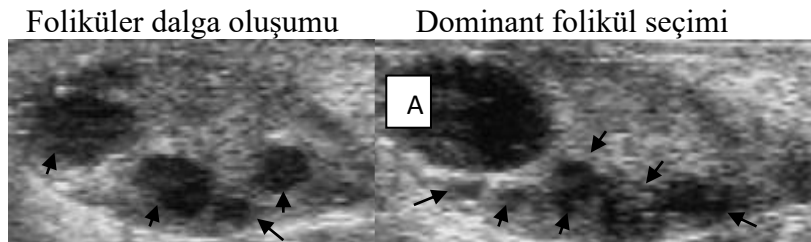
Gelişmekte olan 4 ile 5 mm çapındaki foliküller tarafından üretilen östradiol ve inhibinin konsantrasyonlarındaki artış hipotalamo-hipofiz ekseninde FSH için negatif bir geri tepki oluşturur (Adams ve ark., 1992b). Folikül grubu DF'ün belirleneceği gelişim aşamasına (Bos taurus sığırlarında 8-9 mm) ulaşana ve deviasyon mekanizması hızlı bir şekilde (sığırlarda <8 saat) etkin hale gelinceye kadar (Ginther ve ark., 1999) foliküller büyümeye aynı düzeylerde devam eder (Ginther ve ark., 2001). FSH'nın folikül büyümesi ile ilişkisini açıklamak için iki yönlü fonksiyonel birleştirme modeli ileri sürülmüştür. Bu modelde ortak büyüme aşamasında foliküler dalga içindeki gelişen tüm foliküller FSH düzeyinin baskılanmasını sağlarken, aynı zamanda büyümelerini sürdürmek için FSH'ya bağımlıdır. Deviasyon meydana geldiğinde gelecekteki DF hem FSH'nın minimum seviyelere final düşüşünü sağlar hemde bazal FSH karşısında büyümeye devam ederek birleştirme rolünü üstlenir (García-Guerra ve ark., 2017). Sekiz saatlik aralıklarla elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu DF'lerin foliküler havuzdan %57'si subordinat foliküllerden daha erken, %26' sını aynı zamanda ve %17'si daha sonra 3 mm'lik bir folikül olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir (Ginther ve ark., 1996). Şekil 1 'de 1 mm çapa kadar olan foliküllerden itibaren iki dalgalı siklusun foliküler dalga deseni şematize olarak gösterilmiştir.

## 2-wave interovulatory interval



**Şekil 1.** 1 mm çaplı foliküllerden itibaren iki dalgalı siklusun şematize görünümü. Dominant olacak folikül (noktalı çizgi) dalga ortaya çıkışından (1 mm' den başlayarak) sonraki 5. güne kadar diğer foliküllerle benzer gelişim göstermektedir. Ancak dominant olacak folikül 1 mm çaptan itibaren yani folikül gelişiminin en erkensafhasından başlayarak diğer foliküllere göre büyüklük avantajına sahip olduğunu göstermektedir (Adams ve ark., 2008).

Sığır ovaryumunda  $\geq 1$ mm antral foliküllerin ultrasonik görüntüleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Sığır ovaryumunda  $\geq 1$  mm antral foliküllerin ultrasonik görüntüleri. A: Seçilmiş dominant folikül, oklar: foliküller (Jaiswal, 2007).

### **1.4. Folikül Seçimi, Foliküler Dominantlık ve LH'nın Rolü**

Bir folikülün seçilmesi ile ilişkili hormonal, hücresel ve moleküler mekanizmalar dominant ve subordinat foliküller arasındaki folikül büyüme hızındaki deviasyon, granuloza hücre gen ekspresyonundaki önemli farklılıklar ve bazal FSH ile ilişkisi folikül seçiminin

anahtar morfolojik belirleyicisi olarak düşünülmüş ve önemli araştırmalara konu olmuştur (García-Guerra ve ark., 2017). Dominant olarak seçilecek folikülün en büyük subordinat folikülden ortalama 6 veya 7 saat önce ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Ginther, 2000). Foliküler dalganın çap olarak en büyük folikülü büyüklük avantajını genellikle büyüme döneminin sonuna kadar korumasına rağmen foliküler dalgaların yaklaşık olarak % 50'sinde ortak büyüme evresi boyunca en büyük iki folikülün büyüklüğünün benzer olduğu görülmüştür (Gibbons ve ark., 1997).

Deviasyon en büyük folikül yaklaşık 8.5 mm çapa ulaştığında şekillenir ve ayrıca en büyük folikülün DF olmak için büyümeye devam etmesi, diğer subordinat foliküllerin büyüme hızındaki bir azalmanın başlaması ve daha sonra bu foliküllerin regresyonu ile karakterizedir. Deviasyon DF seçilme sürecinin bir parçasıdır FSH, LH ve intrafoliküler faktörlerin koordineli şekilde etkileri sonucu şekillenir. Özetle foliküler deviasyon süreci FSH salınımının azaldığı dönemlerde DF olacak folikülün ve subordinat foliküllerin arasındaki LH'ya duyarlılık farklılığı ve küçük miktarlarda LH salınımı sırasında sadece DF tarafından LH'ya yanıtın başlamasını kapsar (Ginther ve ark., 2016).

FSH düzeyinin azalması DF seçimi için kesinlikle çok önemlidir. FSH konsantrasyonları yüksek tutulduğunda morfolojik olarak DF'ün seçilmesi önlenir. FSH ile foliküler dalga içerisinde gelişen foliküllerin atrezilerinin önlemesine rağmen, korunan bu foliküller normal olarak seçilen DF ile karşılaştırıldığında intrafoliküler büyüme faktörlerinde küçük değişiklikler oluşmuş ve östrojen aktiviteleri azalmış, ayrıca çok sayıda büyük folikül gelişimine rağmen sistemik östradiol düzeyi artmamıştır (Mihm ve ark., 1997). İn vitro çalışmalarda granuloza hücre büyüme faktörü ve steroid sentezi üzerindeki FSH etkisinin maruz kalınan FSH seviyelerine bağlı olarak farklılık gösterdiği ortaya konmuştur (Glister ve ark., 2001). Bu nedenle yüksek FSH düzeyi foliküler dalga içerisindeki folikül grubunun büyümesini ve gelişimini teşvik etmesine rağmen, büyüyen foliküller arasından DF'ün seçimi için bir folikülün tamamen farklılaşmasını önleyen östradiol sentezi gibi intrafoliküler fonksiyonlar üzerinde inhibe edici etkilere sahip olabileceği varsayılmaktadır. Bu hipoteze uygun olarak, dışarıdan FSH uygulaması ile FSH düşüşü önlendiğinde birinci dalgaya ait orta foliküllerde FSH reseptörü ve yan zincir bölünme enzimi mRNA seviyelerinde artış görülmüş, ancak FSH ile gelişimi sürdürülen büyük foliküller normal olarak seçilen tek DF ile karşılaştırıldığında teka LH reseptörü, 17 $\alpha$  hidroksilaz ve StAR mRNA'nın ekspresyonunun azaldığı görülmüştür (Mihm ve ark., 2000).

Dominant ve subordinat foliküller arasındaki büyüme farklılıklarının sonucu olarak foliküler deviasyona neden olan mekanizmanın FSH'nın final baskılanmasını da sağladığı anlaşılmıştır. Böylece DF gonadotropin bağımlılığını FSH'dan LH'ya değiştirerek büyümeye ve gelişmeye devam ederken, FSH'ya bağımlı subordinat foliküller FSH'dan yoksun bırakılmaktadırlar. Foliküler dalgalarda deviasyon mekanizması çok karmaşık bir yapıdır, gebelik ve östrus siklusu süresince progesteron ve LH'nın frekans şiddetleri ve farklı sistemik konsantrasyonlarını da içeren geniş bir hormonal çevrede gerçekleşir. Deviasyon mekanizmasının iki farklı yönü ileri sürülmüştür; Birincisi seçilen folikülün FSH salınımının baskılanması ve subordinat folikülleri atreziye yönlendirmesidir. FSH düzeylerinde dalgalanma ve bazal seviyelere nihai bir düşüş içerir. Bu subordinat foliküllerin ihtiyaç duyduğu FSH'nın azalmasını sağlar ve bir sonraki foliküler dalganın oluşum zamanını geciktirir. İkincisi seçilen folikülün değişim ve gelişiminin artık sirkülasyondaki LH tarafından yönlendirilmesidir. (Ginther ve ark., 1996). DF'ün seçilmesinden sonra onun geleceği ve dominantlık süresi östrojen aktivitesi ile LH tarafından yönlendirilir ve özellikle de LH salınım frekansının şiddeti tarafından kontrol edilir (Mihm ve ark., 2002). Foliküler deviasyonun başlangıcında LH konsantrasyonlarında oluşan geçici artış; dolaşım ve foliküler sıvıdaki östradiol ve IGF-I konsantrasyonlarını artırırken IGFBP-2'nin azalmasına yol açar (Ginther ve ark., 2001).

Foliküller yaklaşık 10 mm büyüklükte (foliküler deviasyonun başlamasından yaklaşık bir gün sonra) ovulasyon yeteneğini kazanır, ancak daha büyük foliküllerle karşılaştırıldığında ovulasyonu indüklemek için daha yüksek bir LH dozu gereklidir. Ovulasyon yeteneğinin kazanılması DF'ün granuloza hücreleri üzerinde LH reseptörlerinin ekspresyonunun artması ile ilişkilendirilebileceği ve bu değişimin DF'ün daha fazla büyümesi için önemli olabileceği de ileri sürülmüştür (Sartori ve ark., 2001). DF tarafından üretilen hormonların dolaşımdaki FSH üzerindeki negatif geri tepki etkisiyle dominantlık sürdürülmektedir. Folikül seçimi ve foliküler dominantlık süreci teka hücrelerinin androjen üretme ve granuloza hücrelerinin androjeni östradiole aromatize etme kabiliyetindeki sürekli artışlar ile ilişkilendirilmiştir. DF'ler diğer tüm foliküllerden çok daha fazla büyür (seçim sonunda 8.5 mm'den 12-20 mm'ye kadar). Bu süreç 3 ile 4 gün sürer. LH pulzasyonları foliküllerin 9 mm çapından daha ileri büyüme safhalarına ulaşabilmeleri için vazgeçilmezdir (Kanitz ve ark., 2001). Gonadotropinlerin endokrin etkilerini foliküllerdeki karakteristik değişimler izler. Foliküler sıvıda östradiol-17 beta konsantrasyonları ve folikül duvarlarının aromataz aktivitesi DF'lerde subordinat foliküllere göre daha fazladır. İlk foliküler dalganın DF'lerinde aromataz aktivitesi 5. ve 8. günlerde 12. güne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Badinga ve ark., 1992).



DF ve subordinat foliküllerden aspire edilen oositlerinin morfolojik yapılarının karşılaştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada foliküler sıvıların estradiol-17 beta ve P4 konsantrasyonları analiz edilmiştir. DF'lerde büyüme foliküler sıvıdaki estradiol-17 beta ve P4 konsantrasyonundaki artışla ilişkilendirilmiş ve foliküler sıvıda P4'e göre estradiol-17 beta hormonunun hakim olduğu tespit edilmiştir. Subordinat foliküller 3-4. günlerde büyümeyi bıraktıkları ve foliküler sıvıları düşük E2: P4 oranına sahip oldukları ya da başka bir deyişle P4 hakimiyeti belirlenmiştir (Assey ve ark., 1994). DF'nin geleceği CL'a bağlıdır. P4 konsantrasyonunun yükselmesi durumunda, DF P4'un pulzatil LH salınımı üzerindeki negatif etkisi nedeniyle atretik hale gelir (Ireland ve ark., 2000). Bu koşullar altında fonksiyonel dominantlık östrus döngüsünün 7. ve 9. günleri arasında bir süre kaybolursa da folikül hala morfolojik olarak dominanttır. Dominantlık kaybı ilk foliküler dalganın DF'nün östradiol salınımındaki (6. gün civarında) bir düşüşün ardından meydana gelir (Sunderland ve ark. 1994). Foliküler östradiol ve inhibin-A salgılanmasında azalma yeni foliküler dalganın oluşumu öncesinde şekillenir (Ginther ve ark., 1996).

Bu değerlendirmeler ışığında sonuç olarak: foliküllerin gelişimi dalgalar şeklinde olur; Dolaşımdaki FSH konsantrasyonlarında oluşan periyodik dalgalanmalar foliküler dalganın ortaya çıkmasını sağlar; DF seçimi, FSH' da düşüş ve LH duyarlılığının kazanılması süreçlerini içerir; Periyodik anovülatör foliküler dalgalar bir LH dalgalanması oluşana kadar ortaya çıkmaya devam eder; Östrus siklusu süresi ile foliküler dalgaların sayısı arasında pozitif bir ilişki söz konusudur; P4 LH salınımını ve DF'ün büyümesini baskılar; Foliküler dalga oluşum aralığının süresi foliküler dominantlığa bağlıdır ve dolaşımdaki FSH ile negatif korelasyon gösterir; Tüm türlerde foliküler dominantlık, östrus siklusun ilk ve son foliküler dalgaları sırasında daha belirgindir. Gebelikte, prepubertal dönemde ve mevsimsel anöstrusta FSH salınımında oluşan periyodik dalgalanmalar, anovülatör folikülerin gelişimi ve düzenli olarak foliküler dalgaların oluşumu gözlenir (Adams ve ark., 1999).

### **1.5. Foliküler Dalga Oluşumunun Ekzojen Kontrolü**

Foliküler gelişimin senkronizasyonu için birkaç yöntem mevcuttur. Yapılan araştırmaların çoğu mevcut DF'ün fiziksel ya da hormonal uygulamalar sonucu diğer foliküller üzerindeki baskılayıcı etkisinin ortadan kaldırılması ve belirli bir zamanda yeni foliküler dalga oluşumunun ortaya çıkışının senkronizasyonunu temel almaktadır. Fiziksel olarak ultrason rehbeliğinde folikül ablasyonu yöntemi ile veya hormonal olarak GnRH, LH,

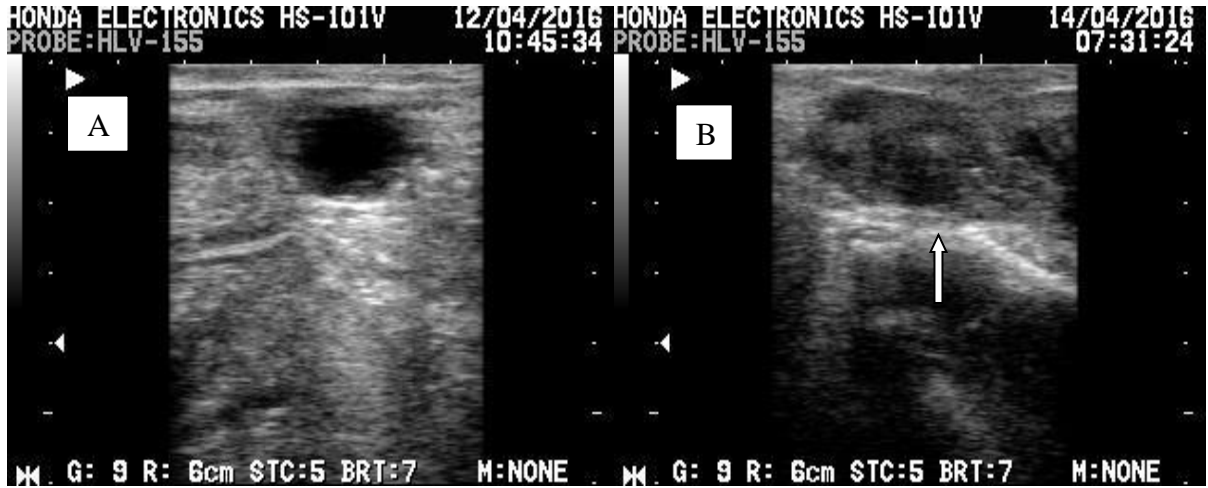
östradiol ve P4 kullanılarak belirli bir zamanda yeni foliküler dalga oluşumu uyarılmaktadır (Bó ve ark., 1995).

### 1.5.1. GnRH ya da LH Kullanımı

Sığırlarda gelişmekte olan DF'ün (en az 10 mm çapında) ovulasyonu ya da lüteinizasyonunu GnRH ile indüklenmesinden (Macmillan ve Thatcher, 1997) yaklaşık iki gün sonra yeni bir foliküler dalganın ortaya çıktığı bildirilmiştir. Ancak foliküler dalga oluşumu yalnızca GnRH uygulamasından sonra DF'ün ovulasyonu olduğu takdirde şekillenmektedir (Martinez ve ark., 1999). Östrus siklusunun herhangi bir döneminde GnRH uygulaması sonrası ovulasyon oranları % 44.3 (Colazo ve ark. 2009) ve % 85 (Pursley ve ark. 1995) arasında değişmektedir. Laktasyondaki süt sığırları için sabit zamanlı suni tohumlamaya olanak sağlamak amacıyla bir foliküler dalga ve ovulasyon senkronizasyonu programı olan (ovsynch) geliştirilmiştir (Pursley ve ark., 1995). Bu protokol ilk olarak GnRH, 7 gün sonra prostaglandin (PGF) enjeksiyonu ve ardından 48 saat içinde ikinci bir GnRH enjeksiyonunu içermekte ve son GnRH enjeksiyonunu takiben sabit zamanlı suni tohumlama (FTAI), 0 ile 24 (optimal olarak 16 ila 18) saat sonra yapılmaktadır. Ovsynch protokolünün laktasyondaki süt ineklerinde düvelerden daha etkili olduğu görülmektedir (Seguin, 1997). İneklerle düveler arasındaki farkın nedeni bilinmemekle birlikte ilk GnRH enjeksiyonunu takiben ovulasyon ineklerin % 85'inde gerçekleşirken düvelerin yalnızca % 54'ün de oluşmaktadır (Pursley ve ark., 1995). Bir diğer alternatif GnRH tedavisi sırasında ovaryumlarda gelişen bir DF'ün bulunmasını sağlamaktır. GnRH uygulama zamanındaki DF'ün gelişim evresinin (Martinez ve ark., 1999) veya östrus siklusunun döneminin (Vasconcelos ve ark., 1999) sonuçları etkilediği bildirilmiştir. DF'ün erken gelişim ya da geç olgunlaşma döneminin sonlarında GnRH uygulaması yapıldığında ovulasyon oluşmayabileceği ve yeni bir folikül dalgası ortaya çıkmayabileceği belirtilmiştir (Martinez ve ark., 1999).

Sığırların, östrus siklusunun 5. ve 12. günleri arasında uygulanan GnRH'ya karşı en iyi yanıtın şekilleneceği ifade edilmiştir. Böyle bir yanıtı sağlamak için GnRH'nın ilk enjeksiyonundan 12 ile 14 gün önce PGF enjeksiyonu yapılarak ön senkronizasyon uygulaması yapılabileceği vurgulanmıştır (Moreira ve ark., 2001). Ayrıca 5 ile 14 gün arasında değişen sürelerde progesteron içeren aygıtlar ile ön senkronizasyon uygulanarak ilk GnRH'ye yanıtın artırılması sağlanmıştır (Colazo ve ark., 2006). GnRH bazlı FTAI protokollerinin kullanımı ile ilgili yapılan bir araştırmada GnRH düvelerin % 56'sında DF'ün

ovulasyonunu sağlamış (Martinez ve ark., 1999). Yine GnRH uygulamaları ile laktasyondaki etçi sığırların % 60'ında ovulasyon gerçekleşmiştir (Colazo ve ark., 2007). GnRH bazlı protokoller emziren etçi sığırlarda başarılı bir şekilde kullanılırken, doğumdan sonraki erken dönemde ve düşük vücut kondüsyonu durumlarında ekzojen P4 uygulaması daha başarılı olmuştur. Ayrıca emziren etçi ırk ineklerde protokole gebe kısırak serum gonadotropin (eCG) ilave edilmesi gebelik oranını artırmıştır (Colazo ve ark., 2006). GnRH bazlı protokoller süperovulasyon uygulanacak donörler ile embriyo transferi yapılacak taşıyıcı hayvanların senkronizasyonu amacıyla da kullanılmaktadır. Süperovulasyon öncesi temel uygulama şekli olarak östrus siklusunun herhangi bir döneminde P4 içeren bir aygıt kullanılmakta ve bundan 2-3 gün sonra GnRH enjeksiyonu yapılmaktadır. Bu şekilde süperovulasyon uygulamalarına foliküler dalga oluşumunun başlangıç zamanı olan GnRH enjeksiyonundan 1.5-2.5 gün sonra başlanılabilmektedir (Bó ve Mapletoft, 2014). Yapılan bir çalışmada GnRH uygulaması ve 48 saat sonrasında DF'ün görünümü şekil 3' de gösterilmiştir.



Şekil 3. GnRH uygulaması öncesi siklusun 7. gününde (A) ve GnRH uygulamasından 48 saat sonra siklusun 9. gününde (B) ilk foliküler dalganın dominant folikülünün görünümü (Kara ve Bekyürek, 2018) .

### 1.5.2. Östradiol ve Progesteron Kullanımı

Östradiol, FSH ve muhtemelen LH salınımının baskılanması yoluyla FSH ve LH'ya bağımlı foliküllerin gerilemesine neden olur. Folikül regresyonunun başlamasından ve östradiolün metabolize olmasından hemen sonra FSH salınımı başlamakta ve bir gün sonra yeni bir foliküler dalga ortaya çıkmaktadır. Östrus siklusu ve foliküler gelişim aşamasına

bakılmaksızın P4 implatı uygulanan ineklerde kısa etkili östradiol-17 $\beta$ 'nin kullanılmasını takiben yaklaşık 3-5 gün (ortalama 4 gün) sonra yeni bir foliküler dalga ortaya çıkmaktadır (Bó ve ark., 1995). En yaygın kullanılan protokol P4 içeren intravaginal aygıtın uygulanmasıyla birlikte 5 mg östradiol-17 $\beta$  ya da 2.5 mg östradiol benzoat (EB), 100 ya da 50 mg P4'un intramuskuler (İ.M.) enjeksiyonunun birlikte uygulamasını içerir (Bó ve ark., 1995; Mapletoft ve ark., 2002). Uygulamadan sonraki ortalama 4. günde yeni bir foliküler dalga oluşumu ortaya çıkmaktadır. Gonadotropin uygulamalarına uygulamalardan sonraki bu zaman diliminde yani yeni bir foliküler dalga oluşumunun başlangıç zamanının olan 4 gün sonra başlanılmalıdır. Östrojen ve P4 uygulanarak yapılan foliküler dalga manüplasyonu uygulamadan sonraki 4. günde yeni bir 3-5 mm büyüklüğünde folikül grubunun aynı anda gelişimine olanak vermektedir (Bó ve ark., 1995; Bó ve ark., 1991). Östrus senkronizasyon protokollerinde östradiol normalde bir P4 içeren aygıtın yerleştirilmesi sırasında (intravaginal ya da kulak imlantı P4 ile veya onsuz) enjekte edilir. Yedi veya 8 gün sonra PGF uygulaması sırasında P4 aygıtı çıkarılır. Daha düşük bir östradiol dozu normal olarak P4 aygıtı uzaklaştırılmasından 24 saat sonra, senkronize bir LH dalgalanmasını (tedaviden yaklaşık 16 ila 18 saat sonra) ve yaklaşık 24 ile 32 saat sonra da ovulasyonu sağlamak için uygulanmaktadır (Martinez ve ark., 2005). Bu uygulama şeklinin, çok yüksek gebelik oranlarının elde edilen sabit zamanlı suni tohumlama uygulamasına (FTAI) olanak sağladığı vurgulanmaktadır.

Ekzojen P4 kaynağının çıkarılması sırasında 400 IU eCG uygulanan emziren etçi ırk inekler ile emziren bos indicus inek ve düvelerde de FTAI' yı takiben gebelik oranlarının artırıldığı bildirilmektedir (Baruselli ve ark., 2004; Bó ve ark., 2005). Östradiol ve P4 uygulamaları, sabit zamanlı embriyo transferi (FTET) için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. PGF uygulamasının daha önce yapılabilmesi dışında genel olarak tedaviler FTAI için kullanılanlara çok benzer. Bunun için, alıcılara 0. günde P4 içeren aygıt yerleştirilir ve 2 mg EB enjeksiyonu, 5. günde PGF uygulanır (dalga oluşumundan 1 gün sonra), P4 içeren aygıt 8. günde çıkarılır ve 9. günde 1 mg EB enjekte edilir (10. gün östrus günü olarak kabul edilir) ve embriyolar ovaryumlarında bir CL belirlenen tüm alıcılarda 17. günde transfer edilir (Bó ve ark., 2002; Bó ve ark., 2005).

Östrojen ve P4 uygulanarak yapılan foliküler dalga manüplasyonu sonrası süperovulasyon uygulamalarında elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, geleneksel süperovulasyon uygulamalarındaki gibi transfer edilebilir embriyo sayıları yüksek olmasa da fertilizasyon oranlarının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Bó ve ark., 1991; Bó ve ark.,

1995). Östrojen ve P4 uygulamaları ile foliküler dalga manüplasyonu yalnızca süperovulasyon öncesi östrus senkronizasyonu ve östrus tespiti ihtiyacını ortadan kaldırmamış aynı zamanda ovum ve embriyo kalitesini artmasına da katkı sağlamıştır (Bó ve Mapletoft, 2014). Geleneksel olarak donör ineklerden yaklaşık 60 günlük aralıklarla embriyo toplanabilirken, foliküler dalga oluşumunun senkronizasyonu ile donörlere östrus göstermelerine bakılmaksızın her 25 ile 35 günde bir başarılı süperovulasyon uygulamaları yapılabilmektedir (Mapletoft ve ark., 2002).

### 1.5.3. Folikül Ablasyonu

Bir diğer alternatif yöntem dominant folikülün ultrason rehberliğinde ablasyonu ile dominant folikülün diğer foliküller üzerindeki supresif etkisinin ortadan kaldırılmasıdır (Bergfelt ve ark., 1994; Bungartz ve ark., 1994). Başlangıçtaki çalışmalarda 5 mm' den büyük tüm foliküllerin ablasyonunu yapılmaktaydı (Bergfelt ve ark., 1997). Ancak daha sonra dominant folikülün supresif etkisinin ortadan kaldırılması için en büyük iki folikülün ablasyonunun yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (Baracaldo ve ark., 2000). Foliküler dalga ortaya çıkışı folikül ablasyonu uygulamasından 24-36 saat sonra çok net bir şekilde oluşmaktadır. Bu nedenle süperovulasyon uygulamalarına bu zaman diliminde başlanmalıdır. Bu yöntem oldukça etkilidir ve sonuçları açısından değerlendirme yapıldığında östrojen ve P4 ile foliküler dalga manüplasyonu ile elde edilen sonuçlardan farkı olmadığı görülmektedir (Bergfelt ve ark., 1997). Folikül ablasyonu uygulaması oldukça etkili bir yöntem olmasına rağmen ablasyon işlemini gerçekleştirecek uygun ultrason ekipmanı ve deneyimli personele gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca sahada östrus ve ovulasyon senkronizasyonu uygulamaları ve embriyo üretim merkezi dışındaki uygulamalarda diğer metodlara göre kullanımı daha zor olmaktadır (Bó ve Mapletoft, 2014).

## 2. Sonuç

Sığırlarda foliküler gelişim her iki ovaryum yüzeyinde eş zamanlı olarak küçük foliküllerin ortaya çıkmasıyla karakterize dalga benzeri oluşumlardır. Foliküler büyüme ve DF seçimi, FSH konsantrasyonlarındaki geçici dalgalanmalara bağlıdır. Bu dalgalanmalar folikül grubunun, farklı FSH gereksinim eşiklerine göre DF ve subordinat foliküllere

farklılaşmasına neden olur. Genelleikle en erken ortaya çıkan ve grubun en büyük folikülü olan DF olur. Folikül grubu içerisindeki dominat ve subordinat foliküller DF'ün belirleneceği gelişim aşamasına (ortalama 8.5 mm) ulaşana ve deviasyon mekanizması etkin hale gelinceye kadar benzer şekilde büyümeye devam ederler. DF'ün seçiminde granuloza hücre duvarında LH reseptörlerinin oluşumu, foliküler sıvıdaki artan östradiol ve inhibin konsantrasyonları, protein ve steroid metabolizması ve oosit yetkinliği vb. faktörler etkilidir.

Sığırlarda FTAI ve FTET amacıyla östrus ve ovulasyonun senkronizasyonu uygulamalarında foliküler dalga oluşumunun senkronize edilmesi ile PGF ve P4 uygulamalarının bitiminde ovulasyon folikül gelişiminin daha net olması ve ayrıca eş zamanlı östrus görülmesi ve ovulasyonların gerçekleşmesinin sağlanması ile daha yüksek gebelik oranları elde edilmektedir. Foliküler dalga oluşumunun senkronizasyonu sonrası foliküler dalga ortaya çıkışı sırasında başlanılan süperovulasyon uygulamalarında; istenilen zamanda, östrus takibi ve tespitine gereksinim olmadan, geleneksel protokollerde olduğu gibi gonadotropin uygulamasına başlanması için siklus ortası dönemi bekleme zorunluluğu olmadan, tüm donörlerde siklusun aynı döneminde uygulamaya başlanması mümkün olmaktadır ve çok sayıda donörden aynı zaman diliminde maksimum sayıda embriyo alınabilmektedir. Ayrıca donörlere 25-35 gün gibi daha kısa aralıklarla tekrarlı süperovulasyon uygulaması yapılması mümkün olmaktadır.

## **Kaynaklar**

Adams, G.P., Matteri, R.L., Kastelic, J.P., Ko, J.C., Ginther, O.J. (1992a). Association between surges of follicle-stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *Journal of Reprod and Fertil*, 94: 177-188.

Adams, G.P., Matteri, R.L., Ginther, O.J. (1992b). Effect of progesterone on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating follicle-stimulating hormone in heifers. *J Reprod and Fertil*, 95: 627-640.

Adams, G.P., Kot, K., Smith, C.A., Ginther, O.J. (1993). Effect of the dominant follicle on regression of its subordinates. *Can J Anim Sci*, 73: 267-275.

Adams, G.P. (1999). Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. *J Reprod Fertil, Suppl* 54: 17-32.

Adams, G.P., Jaiswal, R., Singh, J., Mahli, P. (2008). Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*, 69: 72-80.

Ahmad, N., Townsend, E.C., Dailey, R.A., Inskeep, E.K. (1997). Relationship of hormonal patterns and fertility to occurrence of two or three waves of ovarian follicles, before and after breeding, in beef cows and heifers. *Anim Reprod Sci*, 49: 13-28.

Assey, R.J., Hyttel, P., Greve, T. Purwantara, B. (1994). Oocyte morphology in dominant and subordinate follicles. *Mol Reprod Dev*, 37: 335-344.

Badinga, L., Driancourt, M.A., Savio, J.D., Wolfenson, D., Drost, M., De La Sota, R.L., Thatcher, W.W. (1992). Endocrine and ovarian responses associated with the first-wave dominant follicle in cattle. *Biol Reprod*, 47: 871-883.

Bao, B., Garverick, H.A. (1998). Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves: a review. *J Anim Sci*, 76: 1903-1921.

Baracaldo, M.I., Martinez, M., Adams, G.P., Mapletof, R.J. (2000). Superovulatory response following transvaginal follicle ablation in cattle. *Theriogenology*, 53: 1239-1250.

Baruselli, P.S., Reis, E.L., Marques, M.O., Nasser, L.F., Bó, G.A. (2004). The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci*, 82/83:479-486.

Beg, M.A., Bergfelt, D.R., Kot, K., Wiltbank, M.C., Ginther, O.J. (2001). Follicular-fluid factors and granulosa-cell gene expression associated with follicle deviation in cattle. *Biol Reprod*, 64: 432-441.

Bergfelt, D.R., Kastelic, J.P., Ginther, O.J. (1991). Continued periodic emergence of follicular waves in nonbred progesterone-treated heifers. *Anim Reprod Sci*, 24: 193-204.

Bergfelt, D.R., Lightfoot, K.C., Adams, G.P. (1994). Ovarian dynamics following ultrasound-guided transvaginal follicle ablation in heifers. *Theriogenology*, 42: 895-907.

Bergfelt, D.R., Bó, G.A., Mapletoft, R.J., Adams, G.P. (1997). Superovulatory response following ablation-induced follicular wave emergence at random stages of the estrous cycle in cattle. *Anim Reprod Sci*, 49: 1-12.

Bó, G.A., Pierson, R.A., Mapletoft, R.J. (1991). The effect of estradiol valerate on follicular dynamics and superovulatory response in cows with Syncro Mate B implants. *Theriogenology*, 36: 169-83.

Bó, G.A., Adams, G.P., Pierson, R.A., Mapletoft, R.J. (1995). Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology*, 43: 31-40.

Bó, G.A., Baruselli, P.S., Moreno, D., Cutaia, L., Caccia, M., Tríbulo, R., Tríbulo, H., Mapletoft, R.J. (2002). The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology*, 57: 53-72.

Bó, G.A., Baruselli, P.S., Martinez, M.F. (2003). Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim Reprod Sci*, 78: 307–26.

Bó, G.A., Mapletoft, R.J. (2014). Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle. *Theriogenology*, 81: 38-48.

Bó, G.A., Cutaia, L., Chesta, P., Balla, E., Picinato, D., Peres, L., Marana, D., Moreno, D., Veneranda, G., Mapletoft, R.J., Baruselli, P.S. (2005). Application of fixed-time artificial insemination and embryo transfer programs in beef cattle operations. *In: Proceedings of the Joint Convention of AETA and CETA, Minneapolis, MN, USA. Savoy, IL: AETA. pp. 37-59.*

Bleach, E.C.L., Glencross, R.G., Knight, P.G. (2004). Association between ovarian follicle development and pregnancy rates in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles. *Reproduction*, 127: 621-629.

Braw-Tal, R., Yossefi, S. (1997). Studies in vivo and in vitro on the initiation of follicle growth in the bovine ovary. *J Reprod Fertil*, 109:165-71.

Bungartz, L., Niemann, H. (1994). Assessment of the presence of a dominant follicle and selection of dairy cows suitable for superovulation by a single ultrasound examination. *J Reprod Fertil*, 101: 583-91.

Colazo, M.G., Small, J.A., Kastelic, J.P., Davis, H., Ward, D.R., Wilde, R., Mapletoft, R.J. (2006). Effects of CIDR based presynchronization and eCG on fertility to a GnRH-based timed-AI protocol in beef cattle. *Reprod Fertil Dev*, 18: 114. (abstract).

Colazo, M.G., Kastelic, J.P., Small, J.A., Wilde, R.E., Ward, D.R., Mapletoft, R.J. (2007). Resynchronization of estrus in beef cattle: Ovarian function, estrus, and fertility following progestin treatment and treatments to synchronize ovarian follicular development and estrus. *Can Vet J*, 48: 49-56.

Colazo, M.G., Gordon, M.B., Rajamahendran, R., Mapletoft, R.J., Ambrose, D.J. (2009). Pregnancy rates to timed artificial insemination in dairy cows treated with gonadotropin-releasing hormone or porcine luteinizing hormone. *Theriogenology*, 72: 262-270.

Echternkamp, S.E., Howard, H.J., Roberts, A.J., Grizzle, J., Wise, T. (1994). Relationships among concentrations of steroids, insulin-like growth factor-I, and insulin-like



growth factor binding proteins in ovarian follicular fluid of beef cattle. *Biol Reprod.*; 51:971-981.

García-Guerra, A., Kirkpatrick, B.W., Wiltbank, M.C. (2017). Follicular waves and hormonal profiles during the estrous cycle of carriers and non-carriers of the Trio allele, a major bovine gene for high ovulation and fecundity. *Theriogenology*, 100: 100-113.

Gibbons, J.R., Wiltbank, M.C., Ginther, O.J. (1997). Functional interrelationships between follicles greater than 4 mm and the follicle-stimulating hormone surge in heifers. *Biol Reprod*, 57: 1066-1073.

Glister, C., Tannetta, D.S., Groome, N.P., Knight, P.G. (2001). Interactions between follicle-stimulating hormone and growth factors in modulating secretion of steroids and inhibin-related peptides by nonluteinized bovine granulosa cells. *Biol Reprod*, 65: 1020-1028.

Ginther, O.J., Kastelic, J.P., Knopf, L. (1989). Temporal associations among ovarian events in cattle during estrous cycles with two and three follicular waves. *J Reprod Fertil*; 87: 223-230.

Ginther, O.J., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M., Gibbons, J.R., Kot K. (1996). Selection of the Dominant Follicle in Cattle. *Biology of reproduction*, 55: 1187-1194.

Ginther, O.J., Bergfelt, D.R., Kulick, L.J., Kot, K. (1999). Selection of the dominant follicle in cattle: establishment of follicle deviation in less than 8 hours through depression of FSH concentrations. *Theriogenology*, 52: 1079-1093.

Ginther, O.J. (2000). Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Animal Reprod Sci*, 60-61: 61-79.

Ginther, O.J., Bergfelt, D.R., Beg, M.A., Kot, K. (2001). Effect of LH on circulating oestradiol and follicular fluid factor concentrations during follicle deviation in cattle. *Reproduction*, 122: 103-110.

Ginther, O.J., Siddiqui, M.A.R., Baldrighi, J.M. (2016) . Functional angiocoupling between follicles and adjacent corpus luteum in heifers. *Theriogenology*, 86: 465-471.

Ginther, O.J., Beg, M.A., Bergfelt, D.R., Donadeu, F.X., Kot, K. (2001). Follicle selection in monovular species. *Biol Reprod*, 65: 638-647.

Ireland, J.J., Mihm, M., Austin, E., Diskin, M.G., Roche, J.F. (2000). Historical perspective of turnover of dominant follicles during the bovine estrous cycle: key concepts, studies, advancements, and terms: *J. Dairy Sci*, 83: 1648-1658.

Jaiswal, R.S. (2007). Regulation of follicular wave pattern in cattle. A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Veterinary Biomedical Sciences University of Saskatchewan Saskatoon, SK Canada. pp. 1-163.

Kanitz, W., Brüssow, K.P., Becker, F., Torner, H., Schneider, F., Kubelka, M., Tomek, W. (2001). Comparative aspects of follicular development, follicular and oocyte maturation and ovulation in cattle and pigs. *Arch Anim Breed, Dummerstorf*, 44: 9-23.

Kara, U., Bekyürek, T. (2018). Östrus Senkronizasyonu ve Süperovulasyon Öncesi Gonadotropin Uygulamasını Takiben Kısa Süreli Ekzojen Progesteron Verilen ve Süperovulasyon Uygulanan Donörler ile Klasik Süperovulasyon Metodu Uygulanan Donörlerin Elde Edilen Embriyo Sayısı ve Kalitesi Yönünden Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Erciyes Üniv Sağ Bil Ens, Kayseri, s.1-124.

Kastelic, J.P., Knopf, L., Ginther, O.J. (1990). Effect of day of prostaglandin FZU treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. *Anim Reprod Sci*, 23: 169-180.

Knopf, L., Kastelic, J.P., Schallenberger, E., Ginther, O.J. (1989). Ovarian follicular Dynamics in heifers - test of 2-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim Endocrinol*, 6: 111-119.

Kojima, F.N., Bergfeld, E.G., Wehrman, M.E., Cupp, A.S., Fike, K.E., Mariscal-Aguayo, D.V., Sanchez-Torres, T., Garcia-Winder, M., Clopton, D.T., Roberts, A.J., Kinder, J.E. (2003). Frequency of luteinizing hormone pulses in cattle influences duration of persistence of dominant ovarian follicles, follicular fluid concentrations of steroids, and activity of insulin-like growth factor binding proteins. *Anim Reprod Sci*, 77: 187-211.

Lussier, J.G., Matton, P., Dufour, J.J. (1987). Growth rates of follicles in the ovary of the cow. *J Reprod Fertil*, 81: 301-307.

Macmillan, K.L., Thatcher, W.W. (1991). Effects of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicles in cattle. *Biol Reprod*, 45: 883-889.

Mc Natty, K.P., Heath, D.A., Henderson, K.M., Lun, S., Hurst, P.R., Ellis, L.M., Montgomery, G.W., Morrison, L., Thurley, D.C. (1984). Some aspects of thecal and granulosa cell function during follicular development in the bovine ovary. *J Reprod Fertil*, 72: 39-53.

Mapletoft, R.J., Pierson, R.A. (1993). Factors affecting superovulation in the cow: practical considerations. *IETS EmbryoTransfer Newsletter*, 11: 14-24.

Mapletoft, R.J., Steward, K.B., Adams, G.P. (2002). Recent advances in superovulation in cattle. *Reprod Nutr Dev*, 42(6): 601-611.

Martinez, M.F., Adams, G.P., Bergfelt, D., Kastelic, J.P., Mapletoft, R.J. (1999). Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in heifers. *Anim Reprod Sci*, 57: 23-33.

Martínez, M.F., Kastelic, J.P., Bó, G.A., Caccia, M., Mapletoft, R.J. (2005). Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Anim Reprod Sci*, 86: 37-52.

Mihm, M., Good, T.E.M., Ireland, J.L.H., Ireland, J.J., Knight, P.G., Roche, J.F. (1997). Decline in serum follicle-stimulating hormone concentrations alters key intrafollicular growth factors involved in selection of the dominant follicle in heifers. *Biol Reprod*, 57: 1328-1337.

Mihm M., Bleach, E.C.L. (2003). Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*, 78: 217-237.

Mihm M, Garverick H.A., Bao, B., Roche, J.F., Crowe, M.A. (2000). Effects of extending the transient FSH rise during the first follicle wave in heifers on follicular gonadotrophin receptor and steroid enzyme messenger RNA(mRNA) expression. *J Reprod Fertil Abst Ser 25*, 55 (abstract number 142).

Mihm, M., Crowe, M.A., Knight, P.G., Austin, E.J. (2002). Follicle Wave Growth in Cattle. *Reprod Dom Anim*, 37: 191-200.

Moreira, F., Orlandi, C., Risco, C.A., Schouten, M.J., Lopes, F., Thatcher, W.W. (2001). Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 84: 1646-1659.

Pursley, J.R., Mee, M.O., Wiltbank, M.C. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2</sub> $\alpha$  and GnRH. *Theriogenology*, 44: 915-923.

Sartori, R., Fricke, P.M., Ferreira, J.C., Ginther, O.J., Wiltbank, M.C. (2001). Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. *Biol Reprod*, 65: 1403-1409.

Savio, J.D., Boland, M.P., Hynes, N., Roche, J.F. (1990). Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. *J Reprod and Fertil*, 88: 569-579.

Savio, J.D., Thatcher, W.W., Badinga, L., de la Sota, R.L., Wolfenson, D. (1993). Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *J Reprod and Fertil*, 97: 197-203.

Seguin, B. (1997). Strategies for estrus control to improve dairy reproductive performance. *In: Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Theriogenology*, Montreal, QC, Canada. Montgomery, AL: Society for Theriogenology, pp. 320-331.

Simoni, M., Gromoll, J., Nieschlag, E. (1997). The follicle stimulating hormone receptor: biochemistry, molecular biology, physiology, and pathophysiology. *Endocrine Reviews*, 18: 739-773.

Sunderland, S.J., Crowe, M.A., Boland, M.P., Roche, J.F., Ireland, J.J. (1994). Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrous cycle of heifers. *J Reprod Fertil*, 101: 547-555.

Townson, D.H., Tsang, P.C.W., Butler, W.R., Frajblat, M., Griel, Jr, L.C., Johnson, C.J., et al. (2002). Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows. *J Anim Sci*, 80: 1053-1058.

Viana, J.H.M., Ferreira, A.D., De Sa, W.F., Camargo, L.S.D. (2000). Follicular dynamics in zebu cattle. *Pesq. Agropec Bras* 35: 2501-2509.

Vasconcelos, J.L.M., Silcox, R.W., Rosa, G.J., Pursley, J.R., Wiltbank, M.C. (1999). Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 52: 1067-1078.

Wandji, S.A., Fortier, M.A., Sirard, M.A. (1992). Differential response to gonadotrophins and prostaglandin E2 in ovarian tissue during prenatal and postnatal development in cattle. *Biology of Reproduction*, 46: 1034-1041.

## Derleme

### Organik Tarım Tartışması: Bir Literatür İncelemesi

Doğaç Sencer YILMAZ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye

\*Sorumlu yazar: 0506 258 84 59; dgcsncr@gmail.com

Geliş Tarihi: 10.02.2019 / Kabul Tarihi: 27.03.2019

#### Özet

Geçtiğimiz yüzyılın başlarında ortaya çıkan organik tarım fikri, günümüze sürekli artan bir hızda yaygınlaşarak gelmiştir. Organik tarım fikri, alternatif bir tarım yöntemi olmaktan çok bir sosyal sorumluluğa dönüşmektedir. Bu sosyal sorumluluğun temelinde savunulan iki hedef bulunmaktadır: daha sağlıklı besinler ve sürdürülebilir, çevre dostu üretim. Genel çerçevesi bu iki hedef ile çizilmiş sistemin, hedeflerine ulaşmak amacıyla farklı ilkeler belirlenmiştir. Bunlar: GDO ve sentetik girdilerin yasaklandığı, üretimde doğal yöntemlerin uygulanmasıdır. Ancak, organik tarımın yöntemlerine ve ilkelerine bilim camiasından birçok itiraz yöneltilmiştir. Bu çalışmada, organik tarımın savunduğu sürdürülebilir ve çevre dostu üretim, besin değeri yüksek, daha sağlıklı, güvenilir gıda iddiaları ve bu iddialara yöneltilen itirazlar literatüre dayalı olarak incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil devrim, organik tarım, çevre, sağlık

### Organic Farming Discussion: A Literature Review

#### Abstract

The idea of organic farming, which emerged in the beginning of the last century, has become widespread at an ever-increasing pace. The idea of organic agriculture becomes a social responsibility rather than an alternative method of agriculture. On the basis of this social responsibility there are two defended objectives: healthier food and sustainable, environmentally friendly production. Different principles have been determined in order to achieve the goals of the system drawn with these two objectives. These are the application of natural methods in production, where GMO and synthetic inputs are prohibited. However, many objections from the scientific community have been addressed to the methods and principles of organic agriculture. In this study, sustainable and environmentally friendly

production, high nutritional value, healthier and more reliable food claims and objections directed to these claims are investigated based on the literature.

Key Words: Green revolution, organic agriculture, environment, health

## 1. Giriş

Günümüzde organik tarım alternatif bir üretim yöntemi olarak ön plana çıksa da hayatına bir ideoloji olarak başlamıştır. İlk olarak Rudolf Steiner ve İngiltere’de Soil Association’u kuran Lady Eve Balfour’un felsefi görüşlerinden geliştirilmiştir (Trewavas, 2001, s. 409–410). Ancak bu felsefi temeller, özellikle Rudolf Steiner’in “Biyodinamik Tarım’ı” bilimsel temeli olmayan hatta tümüyle sahte bilim olarak kabul edilen düşüncelere dayanmaktadır (Trewavas, 2001, s. 409–410; Kutschera, 2016). Organik tarımın öncülerinden Sir Albert Howard, “An Agricultural Testament” kitabında Steiner’in yöntemlerinin doğa yasalarına uygun olmadığını ve bu yöntemlerin uygulanabilirliğine ikna olmadığını belirtmiştir (Howard, 1943).

Yirminci yüzyılın ortalarında tarım, geliştirilen yeni yöntemlerle (bitki ıslahı, tarım makinaları, sentetik gübreler ve ilaçlar) hiç olmadığı kadar kolaylaşmış ve üretim büyük bir hızla yükselmiştir (Mazoyer ve Roudart, 2016). Bu yükselişe “Yeşil Devrim” adı verilmiştir. Zaman içinde yeşil devrim ile uygulanan yöntemlerin çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilere neden olduğu endişeleri de ortaya çıkmaya başlamıştır. Özellikle 1962 yılında yayınlanan “Sessiz Bahar” kitabının (Carson, 2004) yarattığı etki ile alternatif tarım yöntemlerine ve dolayısı ile organik tarıma olan ilgi artmaya başlamıştır.

Yıllar içinde organik tarımın öne çıkan yönleri olmuştur. Bunlar: doğa dostu üretim, daha sağlıklı, güvenli ürünler ve etik üretim olarak sayılabilir. Ancak organik tarımın savunduğu bu ilkeler beraberinde birçok tartışmayı getirmiştir. Organik tarım savunucuları tarafından ortaya atılan birçok iddia farklı araştırmaların konusu olmuştur. Günümüzde ortaya atılan bu iddiaların çoğunlukla bilimsel açıdan yetersiz olduğu ve organik tarım savunucularının iddialarını destekleyecek yeterli kanıt ortaya koyamadığı görülmüştür. Bununla beraber bu iddiaların çoğunlukla şehir efsanelerinden ibaret olduğu da söylenmiştir (Wilcox, 2011; Trewavas, 2001, s. 409–410; Tangermann, 2018). Aynı şekilde İngiliz hükümeti de bu konuya vurgu yaparak, bilimsel kanıttan çok şehir efsanelerine dayanan organik tarıma verilen 20 milyon Sterlinlik desteğin geri çekilmesi çağrısı yaparak, organik

gıdaların sağlık açısından üstün olmadığını ve bu ürünlere harcama yapmanın gereksiz olduğunu vurgulamıştır (Chorley, 2014).

Organik tarım yönetmeliklerine baktığımızda sahte bilimsel yöntemlerin tavsiye edildiği ve teknolojik gelişmelere karşı çıktığı görülmektedir. Bu sahte bilimsel yöntemler biyodinamik tarım ilkelerini, hayvan tedavi yöntemi olarak alternatif tıp uygulamalarını (homeopati, fitoterapi) içerirken, antibiyotik kullanımının ve GDO'nun yasaklanması teknoloji karşıtlığı olarak öne çıkmaktadır (Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik, 2010). Özellikle organik hayvan yetiştiriciliğinde tedavi edici özelliği olmayan yöntemlerin kullanılması hem etik açıdan hem de hayvan sağlığı açısından hatalıdır. Organik hayvan yetiştiricilerinin bu yüzden birçok sorun yaşadığı ve bu üretim şeklini terk ettiği bilinmektedir (Anonim, 2007; Rustin, 2015).

Bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmaların ortaya koyduğu kanıtlara rağmen, organik tarımın son yıllarda en çok karşı çıktığı teknolojik gelişme genetiği değiştirilmiş organizmalardır. GDO içeren gıdaların insan ve hayvan sağlığını olumsuz etkilediği ve ekolojiyi tehdit ettiği gibi iddialar sıklıkla ortaya atılmaktadır ve bunlar günümüzde bir propaganda aracı haline gelmiştir.

Bu çalışmada organik tarım iki ana başlık altında incelenmiştir. Bu başlıklar altında organik tarımın çevreci üretim ve sağlıklı ürün iddialarına yer verilmiş ve bunun karşısında bilim dünyasının ortaya koyduğu sonuçlar gösterilmiştir.

## **2. Organik Tarım Doğa Dostu Sürdürülebilir Bir Yöntemdir**

Ortaya çıktığı günden beri organik tarımın iddialarından birisi çevre dostu, sürdürülebilir ve çevre sağlığı için daha iyi bir üretim şekli olmasının yanında ilk olarak binlerce yıl önce kullanılan yöntemlerin uygulandığı bir sistem olduğudur (FAO, t.y.; IFOAM, t.y.; Rodale Institute, t.y.; Soil Assosiation, 2018). Organik tarımın bu çevre dostu üretiminin ise toprak işlemenin az olması, sentetik gübreler yerine kompostlanmış hayvan gübresi kullanması, zararlı mücadelesinde pestisit kullanılmaması ya da kullanılan pestisitlerin doğal olması ve genetiği değiştirilmiş organizmaların yasaklanması gibi ilkelere dayandığı belirtilmektedir (Azadi ve ark., 2011, s.92-94; Ahlem ve Hammas, 2017). Bunun yanında küresel ısınma ile mücadele konusunda organik tarımın daha başarılı bir uygulama olduğu belirtilmiştir (Niggli ve ark., 2007; Scialabba ve Müller-Lindenlauf, 2010, s.158-169).

Bu iddiaların organik tarımın hızlı bir yükselişe geçme sebeplerinden birisi olduğu söylenebilir (Rigby ve Cáceres, 2001, s.21-40).

Tarımın çevreye olan etkisi incelenirken farklı alt başlıklar değerlendirilmektedir. Bunlar biyoçeşitlilik, gübreleme, asidifikasyon, ekolojik toksisite, enerji kullanımı ve arazi kullanımı gibi başlıklardır. Tarımsal sürdürülebilirlik söz konusu olduğunda organik tarımın en büyük dezavantajı konvansiyonel tarıma göre düşük verimli üretim yani arazi kullanımında yetersizliktir. Bugüne kadar yapılan farklı meta-analiz çalışmalarında organik tarım verimliliğinin %15 ile %25 arasında daha düşük olduğu bildirilmiştir (De Ponti ve ark., 2012, s.1-9; Seufert ve ark., 2012, s.229-232; Mondelaers ve ark., 2009, s. 1098–1119). Yine ABD’de yapılan bir çalışmada 800 bin ha organik tarım arazisinden toplanan verilerin incelenmesi sonucunda verimin konvansiyonel arazilerden %20 daha düşük olduğu bulunmuştur (Kniss ve ark., 2016). Bu çalışmalardan daha fazla sayıda veri içeren araştırma sonuçlarını inceleyen başka bir meta-analiz çalışmasında organik tarımda verimin konvansiyonel tarımdan %19 daha düşük olduğunu ancak sadece organik tarım arazilerinde uygulanan çoklu ürün yetiştirme ve ekim nöbeti gibi yöntemler ile bu verim düşüklüğünün %9 ile %8’e kadar gerilediğini tespit etmişlerdir (Ponisio ve ark., 2015). Çalışmada bu durumun organik tarım açısından umut verici olduğu belirtilse de karşılaştırılan sistemler arasında tutarsızlık bulunmaktadır. Çalışmada verim farkı tek tip ürün yetiştirilen (monokültür) konvansiyonel sistemler ile çok tip ürün yetiştirilen (polikültür) organik sistemler arasında yapılmıştır. Bu karşılaştırma hem konvansiyonel hem organik çok tip ürünlü sistemler arasında yapıldığında verim farkının %21, her iki sistem tek tip ürünlü olduğunda %17, her iki sistem ekim nöbeti sayısı bakımından eşit olduğunda %20, iki sistemde de ekim nöbeti uygulanmadığı durumda ise verim farkının %17 olduğu çalışmanın sonuç bölümünde belirtilmiştir (Ponisio ve ark., 2015; Brazeau, 2016). Bu açıdan bakıldığında çalışmada vurgulananın aksine organik üretimin verim bakımından konvansiyonel sistemlerle farkı kapatmadığı ve durumun yazarların düşündüğü kadar umut verici olmadığı görülmektedir.

Organik tarımın çevre etkisinin incelendiği çalışmalarda ise elde edilen sonuçların üretim sistemleri açısından çok farklı olmadığı ortaya çıkmıştır. Tuomisto ve ark., (2012) tarafından yapılan çalışmada organik tarım arazilerinde üretim alanı başına çevre etkisi daha azken ürün başına daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışmaya göre organik tarım enerji kullanımı daha düşük olurken arazi kullanımında yetersizlik, yüksek ötrifikasyon, ürün başına nitrojen



sızıntısı ve azot emisyonunun yüksek olduğu bulunmuştur. Bunlara ek olarak 742 farklı tarım alanını kapsayan ve 90 çeşitten fazla farklı yiyeceğin üretildiği yüksek girdili sistemlerin incelendiği farklı bir meta-analiz çalışmasında da ürün başına organik tarımın daha fazla alan kullandığı, daha fazla ötrofikasyona neden olduğu, daha az enerji kullandığı fakat konvansiyonel sistemlerle aynı miktarda sera gazı emisyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Clark ve Tilman, 2017).

Arazi kullanımının iklimsel etkisini ölçmek için yeni geliştirilen bir yöntemle organik tarım arazileri ile konvansiyonel arazilerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise organik tarımın çevreye tahmin edilenden daha fazla zarar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Organik tarımdaki fazla arazi kullanım ihtiyacı nedeniyle orman örtüsündeki azalmaya ve dolayısı ile yüksek karbon emisyonuna neden olduğu da çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındadır (Searchinger ve ark., 2018, s. 249-253; Anonim, 2018).

Yine organik tarımda en önemli girdilerden birisi olan hayvan gübrelerinin de çevresel etkileri farklı çalışmalarda değerlendirilmiştir. Yeni kurulan organik tarım ve konvansiyonel tarım seralarında yapılan bir çalışmada bitki kök bölgesinden yer altı suyuna sızan nitrat miktarları ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre hayvan gübresi kullanılan organik seralardan yer altı suyuna daha fazla nitrat sızarken sıvı gübre kullanılan konvansiyonel seralarda nitrat sızıntısı daha düşük olarak hesaplanmıştır (Dahan ve ark., 2014, s. 333-341).

Günümüzde en önemli çevre sorunu küresel ısınmadır. Tarımsal uygulamaların küresel ısınmaya neden olan sera gazı salınımındaki payı %17 civarındadır. Bu payın %52'lik kısmını ise hayvansal üretim sonucu açığa çıkan sera gazları oluşturmaktadır (OECD, 2014). Organik tarımda hayvansal üretim önemlidir çünkü bitkisel üretim için gerekli gübre kaynağı hayvansal atıklar ve gübrelerdir. Hao ve ark., (2001) tarafından yapılan çalışmada hayvan gübresinin kompostlanması sonucunda tarımsal değerinin düşerken sera gazı salınımında artışa neden olduğu bulunmuştur. Çalışmada pasif kompostlama ve yığının düzenli olarak karıştırıldığı aktif kompostlama işlemleri izlenmiş ve işlemler sonucunda karbondioksit (CO<sub>2</sub>) olarak açığa çıkan sera gazı salınımı, metan (CH<sub>4</sub>) ve azot dioksit (NO<sub>2</sub>) gazlarının küresel ısınma etkileri, CO<sub>2</sub> gazından sırasıyla 21 ve 310 kat daha fazla olduğu göz önüne alınarak, pasif kompostlamada 240 kg/ton CO<sub>2</sub> ve aktif kompostlamada 401 kg/ton CO<sub>2</sub> olarak hesaplanmıştır (Hao ve ark., 2001, s. 376).

Dünya’da karaların %40’ı tarımsal üretim için kullanılmaktadır (Owen, 2005). Bu kullanılan alanın artmasının çevre açısından felaket olacağı tahmin edilmektedir. Bunu açmak gerekirse, tüm üretimin organik tarım sistemiyle yapılabilmesi için gereken alanın %50 daha fazla olması anlamına gelmektedir. Sentetik gübrelerin yerine hayvan gübresi kullanıldığından dolayı bu alanın gübrenmesinde kullanılacak gübreyi elde etmek için fazladan 5 milyar hayvan gereklidir. Bunlara ek olarak hem nüfusun hem bu fazladan hayvanların beslenmesi için gerekli üretim seviyesine ulaşmak amacıyla gezegendeki ormanların yaklaşık yarısının kesilerek yeni üretim alanı açılmalıdır. Bu miktarda ağaç kesilmesi sonucunda açığa 500 milyar ton karbondioksit çıkacağı hesaplanmıştır (Naam, 2013). Bütün bunlar göz önüne alındığında çevre sağlığı açısından organik tarım tercihi makul bir seçenek değildir. Ayrıca yeterli düzeyde verimli olmayan bir sistemin artan nüfusu besleme olanağı olmadığı gibi sürdürülebilir bir sistem olarak kabul edilmesi sürdürülebilirlik tanımı gereği mümkün değildir.

### **3. Organik Tarımda Besin Değeri Yüksek Sağlıklı ve Güvenli Ürünler Elde Edilir**

Sağlıklı ve güvenli gıda söz konusu olduğunda organik tarım ürünlerinin diğer ürünlerden daha iyi bir gıda kaynağı olduğu ve sağlıklı bir yaşam için organik gıda tüketmenin şart olduğu hem organik üreticilerinin hem de medyanın sürekli vurguladığı başlıklardır (Anonim, 2012). Organik ürünleri tercih eden tüketicilerin de bu ürünleri tercih etme sebebi organik ürünlerin daha sağlıklı olduğu düşüncesidir (Rodman ve ark., 2014, s. 83-92). Ülkemizde de yapılan çalışmalarda tüketicilerin organik ürün tercihi insan sağlığı açısından yararlı ve güvenli olduğu düşüncesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Eryılmaz ve ark., 2015, s. 199-206; Ayla ve Altıntaş, 2017). Bunun yanında organik ürünler pestisitlere, hormonlara ve GDO'lara bağlı güvenlik ve sağlıkla ilgili endişeleri etkilemenin yanında, tüketicinin bu ürünlere yöneliminde belirleyici faktörleri oluşturmaktadır (Chassy ve ark., 2014).

Organik ürünlerin vitamin ve mineral gibi besin maddeleri yönünden üstün olduğu iddiaları 1924 yılına kadar geri gitmektedir. O zamanlardan beri bu iddia için birçok araştırma yapılmış ve yayınlanmıştır. Özellikle Soil Association ve Organic Center tarafından

desteklenen çalışmalarda organik ürünlerin üstünlüğüne vurgu yapılmıştır (Rosen, 2010, s. 270-277).

Heaton 2002'ye göre organik ürünlerin besin içeriği, besin değeri ve gıda güvenliğinde üstün olduğu hipotezini destekleyen sonuçlara ulaşılmıştır. Başka bir çalışmada organik ürünlerin %10-%50 arasında daha fazla besin içerdiği bildirilmiştir (Brandt ve Molgaard, 2001, s. 924-931). Benbrook ve ark., (2008)'e göre organik ürünlerin konvansiyonel ürünlere göre üstün olduğu, %25 daha fazla besin maddesi içerdiği bildirilmiştir.

Organik meyve ve sebzelerin incelendiği bir çalışmada, organik sebze ve meyve tüketimi ile birlikte sağlığı olumlu etkileyen ikincil metabolitlerin alınımında %12'lik bir artış olacağı bildirilmiştir (Brandt ve ark., 2011, s. 177-197). Barański ve ark., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, organik olarak yetiştirilmiş ürünlerle beslenmeye geçme durumunda günde fazladan bir ve iki porsiyon sebze meyve tüketimine eşdeğer miktarda antioksidan alınacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Organik ürünlerin üstünlüğüyle ilgili çalışmalarda hayvansal ürünler de araştırılmıştır. Bu meta-analiz çalışmalarında organik et, süt ve süt ürünlerinde %50'ye kadar daha yüksek protein, daha yüksek omega-3 yağ asidi, daha yüksek CLA ve ALA bulunduğu bildirilmiştir (Średnicka-Tober ve ark., 2016, s. 1043-1060; Palupi ve ark., 2012, s. 2774-2781).

Bunlara ek olarak Fransa'da yapılan bir çalışmada sıklıkla organik ürün tüketen kişilerde kanser riskinin %0.6 oranında azaldığı sonucuna varılmıştır (Baudry ve ark., 2018).

Gıdaların içerdiği besin maddelerinin arasında mineraller, vitaminler ve antioksidanlar bulunmaktadır. Geçmişte vitaminlerin ve minerallerin miktarı organik ürünlerin tercihinde ön planda iken günümüzde bu ilgi gıdaların antioksidan içeriğine kaymıştır (Anonim, 2009).

Gıdalarda ve tıbbi bitkilerde doğal antioksidanlar fazlaca bulunmaktadır. Bu doğal antioksidanlardan özellikle polifenollerin ve karotenoidlerin farklı biyolojik etkiler gösterdiği düşünülmektedir (Xu ve ark., 2017). Bununla beraber antioksidanların etkileri konusunda tartışmalar devam etmektedir. Belirli antioksidan takviyeleri erkekler üzerinde olumlu etki gösterirken kadınlar üzerinde olumsuz etki gösterebildiği ve bunun tersinin de gözlemlendiği, bu yüzden araştırmaların devam etmesi gerektiği bildirilmiştir (Amiri ve Amiri, 2017). Sayın ve ark., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, N-asetilsistein ve E vitamini antioksidanlarıyla destekli beslenmenin farelerde tümör gelişimini arttırdığını ve akciğer kanseri olan farelerde hayatta kalma oranının azaldığı bildirilmiştir.

Hayvansal kökenli gıdalarda da benzer çalışmalar yapılmıştır. N – 3 ve n – 6 yağ asitleri ile beslenmenin prostat kanseri üzerinde etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada beslenmede artan alfa linolenik asit (ALA) tüketiminin prostat kanseri riskini arttırdığı bunun yanında Eikosapentaenoik asit (EPA) ve Dokosapentaenoik asit (DPA) alımının prostat kanseri riskini düşürebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Leitzmann ve ark., 2004, s. 204-216).

Beslenme ve sağlık ilişkisi konusunda farklı sonuçların elde edilmesi ile birlikte organik ürünlerin sağlık açısından üstün olduğunu gösteren çalışmalar da sorgulanmaya başlamıştır. Yukarıda bahsi geçen tüm çalışmalar tekrar incelenmiş bunun yanında organik ve konvansiyonel ürünler arasındaki sağlıklı besin maddesi farklarını araştıran birçok araştırma yapılmıştır.

Benbrook ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışma tekrar incelenen çalışmalardan biridir. Bu çalışma sonucu ortaya çıkan organik ürünlerin %25 daha fazla besin maddesi içerdiği iddiası incelendiğinde sonucun sadece %2 fazla olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca aynı çalışmada kullanılan bazı araştırmaların hakem incelemesinden geçmediği, organik olarak yetiştirilen sebzelerdeki yüksek miktardaki kuersetin içeriğinin aslında bitkiler üzerinde kullanılan organik pestisitlerden dolayı yükseldiği sonucuna ulaşılan bir araştırma içerdiği gibi sorunlu veriler bulunduğu tespit edilmiştir (Rosen, 2008; Anonim, 2008).

Dangour ve ark., (2009) tarafından yapılan meta-analiz araştırmasında organik ve konvansiyonel yiyeceklerin besin içeriği kalitesi yönünden farklı olmadıkları, besin içeriklerindeki küçük farklılıkların üretim metodundan kaynaklı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Organik ve konvansiyonel ürünlerin sağlık ve güvenlik açısından karşılaştırıldığı bir meta-analiz çalışmasında literatürde organik ürünlerin daha sağlıklı olduğunu gösteren güçlü kanıtlara ulaşılamadığı bunun yanında organik ürün tüketiminin pestisite ve antibiyotiğe dayanıklı bakteriye maruz kalma ihtimalini azaltabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Smith – Spangler ve ark., 2012, s. 348-366).

Barański ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışma da organik ürünlerle beslenmenin sağlık açısından yararlı olacağına dair önerileri de tekrar incelenmiştir. Buna göre beslenme önerisi olarak organik ürün tercih edilmesini destekleyen bilimsel bir kanıt olmadığı ve yazarların önerdiği şekilde organik yiyecek tüketimine geçmenin kişinin sağlığı üzerinde olumlu etki yapmasının muhtemel olmadığı bu yüzden bu konunun yeniden değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Mulet, 2014, s. 1745–1747).

Organik yiyeceklerin sağlık üzerine etkilerinin araştırılması sonucunda da sağlam kanıtlar bulunamamıştır. Rock ve ark., (2017)' a göre organik gıdaların sağlık üzerindeki etkileri konusundaki mevcut çalışmalar yeterli değildir ve bu sonuçlar topluma organik gıda önerisi yapmaya yetecek kadar ikna edici değildir.

İnsanlarla yapılan araştırmalarda, organik olarak beslenmenin doğrudan hastalıktan korunmada etkili olduğunu ve sağlığa faydası olduğunu gösteren sonuçlara ulaşamamıştır (Forman ve Silverstein, 2012, s. 1406-1415).

Butler ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada organik ve konvansiyonel sütlerdeki yağ asitleri ve yağda çözülebilir antioksidan içerikleri karşılaştırılmış ve organik sütlerde bu içeriklerin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İngiltere Ulusal Sağlık Sistemi (NHS) bu çalışmayı incelediğinde bu sonuçlarda yetersiz noktalar olduğunu raporlamıştır. Buna göre organik sütler ile organik olmayanlar sütler arasındaki besin maddesi dengesinin sağlığa faydalarının teorik olduğu, çalışmada incelenen süt örneklerinin pastörizasyondan önce mi yoksa sonra mı yapıldığının belirtilmediği gibi noktalar vurgulanmış, bu yüzden organik süt tüketiminin sadece kişisel bir tercih olarak kalması gerektiği belirtilmiştir (NHS, 2008).

Organik gıdaların kanser üzerindeki etkileri konusunda bilimsel veriler ortaya atılan iddialardan farklı yöndedir. Kadınlar üzerine yapılan bir araştırmada hiç organik ürün tüketmediklerini söyleyen 180 bin kadınla sürekli veya sıklıkla tükettiklerini söyleyen 45 bin kadın karşılaştırıldığında kanser riskinde bir fark olmadığı sonucuna varmışlardır. Farklı kanser türlerini daha detaylı incelediklerinde ise araştırmacılar, çoğunlukla organik gıda tükettiğini söyleyen kadınlarda meme kanseri riskinin yükselebildiği, Hodkin olmayan lenfoma için kanser riskinin düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Fakat araştırmacılara göre bu sonuçların tesadüf ve diğer faktörlerden kaynaklı olma ihtimali de vardır (Bradbury ve ark., 2014, s. 2321–2326).

Baudry ve ark., (2018) tarafından yapılmış çalışmada organik gıdalarla beslenmenin kanser riskini azalttığı sonucunun ise bilimsel açıdan kabul edilebilir olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemlere bakıldığında araştırmaya katılanların %78 oranında kadın olması verilerin cinsiyete göre çarpıtıldığını gösterirken, verilerin anket yoluyla toplanması araştırmanın güvenilirliğini düşürmüştür (Berezow, 2018).

Organik tarımın bir başka öne çıkartılan yönü ise güvenilir gıdalar ürettiğidir. Organik tarımın ilkeleri arasında bulunan kimyasal pestisit, katkı maddesi, kimyasal gübre, antibiyotik ve genetiği değiştirilmiş organizma kullanmadan, sadece doğal yöntemlerin ve girdilerin

kullanıldığı üretim (Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik, 2010) bu güvenli gıda fikrinin temelini oluşturmaktadır. Organik ürün tercih eden tüketiciler de bu güvenlik algısından dolayı bu tür ürünlere yöneldiğini belirtmektedir (Tosun ve Kaya, 2010, s. 48-58). Tüketiciler tarafından organik tarım kimyasal girdi kullanılmadan yapılan bir uygulama olarak bilirse de bakanlık yönetmeliğinde ve organik tarım kanununda bu girdilerin kullanımına izin verilmektedir (Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik, 2010).

Organik tarımda izin verilen bu maddelerin doğal oldukları için zararsız ve güvenli olduğu algısı vardır. Burada temel olarak iki hatalı yaklaşım vardır: birincisi doğal veya yapay olması önemli olmamakla beraber bu maddeler diğer organizmaları öldürmekte kullanılan zehirli maddelerdir, ikincisi herhangi bir maddenin doğal olması onun güvenilir olduğu anlamına gelmemektedir.

Pestisitler bilindiği üzere bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı savunma amaçlı ürettikleri zehirli kimyasallardır. Bu kimyasallar yapay olarak da üretilebilmektedir. Pestisitlerin etkileri konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalarda tarım ürünlerindeki kalıntı miktarları, pestisitlerin çevre etkileri, pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Tarım alanlarının zararlı saldırılarına açık olması nedeniyle bu arazilerdeki bitkilerin korunması için yapay veya doğal olması fark etmeksizin kimyasal maddelerin kullanılmasına ihtiyaç vardır (Gold ve ark., 2001, s. 799-843).

Hem organik tarımda hem konvansiyonel tarımda hem de entegre zararlı mücadele sistemlerinde pestisit kullanımına bağlı kalıntı tespit araştırmasında organik sistemlerde diğer sistemlere göre daha az kalıntı tespit edilmiştir (Baker ve ark., 2002, s. 427-446).

Pestisitler zehirli olsalar da bu maddelerden bazıları kullanımdan kaldırılmakta ve güncel kimya bilgileriyle yerlerine yenileri üretilmektedir. Bununla beraber pestisitler kullanım izni alabilmek için birçok zorlu testi geçmek zorundadır (Fishel ve ark., 2016).

Pestisitlerin ne kadar zehirli olduklarını belgelemenin yaygın yöntemleri LD<sub>50</sub> ve ALD<sub>50</sub> değerleridir. Bu değer test edilen popülasyonun %50'sini öldürecek miktardaki kimyasal madde olarak tanımlanmıştır. Bu değer düşük olması daha zehirli olduğu anlamına gelmektedir (Fishel ve ark., 2016; Savage, 2012).

Yaygın olarak kullanılan bazı herbisitlerin LD<sub>50</sub> dozları ile yaygın olarak tüketilen kimyasalların dozlarına baktığımızda, Atrazine (herbisit) 3090 mg/kg, Glyphosate (Roundup)

4900 mg/kg, Nikotin 9 mg/kg, Kafein 192 mg/kg, sofr tuzu 3000 mg/kg olarak ölçülmüştür (Fishel ve ark., 2016).

Kaliforniya'da 2010 yılında kullanılan pestisitler üzerinde yapılan incelemede bu pestisitlerin zehirlilik seviyeleri ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçlarına göre kullanılan pestisitlerin %55'inin C vitamininden, %64'ünün A vitamininden ve %97'sinin kafein ve aspirinden daha az zehirli olduğu belgelenmiştir (Savage, 2012).

Zararlı saldırılarından kaynaklı olarak bitkiler strese girdiklerinde doğal pestisitleri insanlara karşı bile zehirli olabilecek seviyede üretebilmektedir. Buna göre Amerikalıların günde 1.5 g kadar doğal pestisit tükettiği ve bu miktarın tükettikleri sentetik pestisit kalıntısından 10 bin kat daha yüksek olduğu ölçülmüştür (Ames ve ark., 1990, s. 7777-7781).

FDA tarafından 2004-2005 yılları arasında incelenen 2240 gıda örneğinde 77 pestisite ait kalıntı tespit edilmiştir. Tespit edilen bu pestisitlere maruz kalma seviyesinin sağlık riski oluşturacak düzeyin çok altında olduğu bildirilmiştir (Winter, 2015).

Ames ve ark., (1990) tarafından yapılan araştırmada sentetik kimyasallara maruz kalmanın toksikolojik önemi doğal olarak oluşan kimyasallara maruz kalma bağlamında incelenmiştir. Buna göre hayvanlar üzerinde yapılan kanser testlerinde doğal ve yapay kimyasalların eşit düzeyde kanserojen olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada insanların düşük dozlarda maruz kaldığı çoğu sentetik kimyasalın karşılaştırmalı tehlikelerinin önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Gıdalardaki pestisit kalıntıları ve kanser riskini belirlemek için yapılan bir çalışmada, epidemiyolojik araştırmaların pestisit kalıntılarının kansere sebep olduğu sonucunu desteklemediği belirtilirken, düşük miktarda sebze meyve tüketiminin kanser riskini iki kata kadar yükselttiği bildirilmiştir (Gold ve ark., 2001).

Organik tarımda ve konvansiyonel tarımda çalışan insanların sağlık durumları arasındaki farkların araştırıldığı bir çalışmada ise iki kesim arasında sağlık durumları arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Cross ve ark., 2008, s. 55-65).

Gıdalardaki pestisit kalıntılarında maruz kalmanın risklerinin araştırıldığı bir çalışmada pestisit kalıntılarının üç ayda bir içilen bir bardak şarap ile aynı düzeyde tehlikeli olduğu tespit edilmiştir (Larsson ve ark., 2018, s. 345-346).

Organik tarımda izin verilen pestisitlere baktığımızda ise her ne kadar doğal ve güvenli olarak tanımlansalar da bunlarında olumsuz özellikleri mevcuttur.

Ülkemizde de kullanımı serbest olan Azadirachtin, Nem ağacından elde edilen doğal bir insektisittir. Bu insektisit için yapılan laboratuvar deneylerinde çiftçilere önerilen dozdan 50 kat daha düşük seviyelerinde bile arılar üzerinde olumsuz etki yaptığı ortaya konmuştur. Deney sonucunda Azadirachtin'e maruz kalan arılarda ölüm oranının %70'in üzerinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Barbosa ve ark., 2015).

Organik tarımda fungusit olarak yaygın kullanılan bakır sülfat (bordo bulamacı) için LD<sub>50</sub> değeri 30 mg/kg'dır. Bu fungusit sucul canlılar üzerinde yüksek derecede zehirlidir ve bakır doğada çözünmeden kalmaktadır (Anonim, 1994). Buna karşın bakır sülfatın sentetik alternatifleri fungusitlerden, Mancozeb, LD<sub>50</sub> 5000 mg/kg (Anonim, 2019a; Anonim, 2019b) ve Revus, LD<sub>50</sub> 5000 mg/kg değerine sahiptir. Ayrıca bu fungusitler doğada kalıcı değildir.

Soya fasulyeleri ile yapılan bir çalışmada organik pestisitlerin çevre etkisi, hedef seçiciliği ve etkinliği bakımından sentetik pestisitler kadar iyi performans gösteremedikleri sonucuna ulaşılmıştır (Bahlai ve ark., 2010).

Buna karşın organik tarımda izin verilen pestisitler için yapılmış karşılaştırmalı kalıntı analiz çalışmaları yeterli düzeyde değildir (Savage, 2012). Sentetik pestisitler uzun yıllardan beri test edilirken organik pestisitler için geliştirilen testler çok yenidir (Drozdzyński ve Kowalska, 2009, s. 2241–2247).

Organik tarımın en çok karşı olduğu GDO çalışmalarına baktığımızda ise iddia edilen aksine GDO'ların hem insan hem hayvan sağlığı açısından risk taşımadığı, bununla beraber sağlıklı gıda üretimi konusunda diğer sistemlerden başarılı olduğu bilimsel çalışmalarda gösterilmiştir.

GDO'ların etkilerinin araştırıldığı bir meta-analiz çalışmasında, GDO teknolojisinin kimyasal pestisit kullanımında %37 azalma, verimde %22 artış ve çiftçilerin elde ettiği kârda %68 artış meydana getirdiği ve gelişmekte olan ülkelerde verim ve kâr artışının gelişmiş ülkelerden yüksek olduğu belirlenmiştir (Klümper ve Qaim, 2014).

Farklı bir çalışmada, vahşi bir patates türünden alınan gen ile fungal bir hastalık olan patates geç yanıklığına (*Phytophthora infestans*) dayanıklı patates çeşidi yetiştirilmiştir. Bu sayede bu çeşidin, bakır sülfat da dahil, fungusit kullanımına ihtiyaç duymadan yetiştirebileceği bildirilmiştir (Jones ve ark., 2014).

GDO'lu yemlerle beslenen hayvanlarda ise iddia edilen aksine herhangi bir sağlık sorununa rastlanmamıştır. Bu konuda yapılan en detaylı çalışmada 15 yıl boyunca GDO'lu yemlerle beslenmiş 100 milyar hayvanın sağlık verileri incelenmiş ve sonuçta bu yemlerin



hayvanların sağlığı üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Van Eenennaam ve Young, 2014, s. 4255–4278).

Bütün bu bilgiler ışığında organik ürünlerin sağlık açısından üstün olduğunu söylemenin bilimsel açıdan geçerli olmadığı, organik tarım destekçilerinin iddialarına karşın sentetik pestisitlerin kanserojen olmadığı ve yiyeceklerdeki pestisit kalıntılarının sağlık üzerinde endişe edilecek düzeyde olmadığı, bunun yanında “organik” kelimesinin “güvenli” anlamı taşımadığı (Magkos ve ark., 2006, s. 32-56), söz konusu pestisit olduğunda sentetik veya doğal olması fark etmeksizin bunların kullanımında dikkatli olunması gerektiği ve organik olsun olmasın sebze ve meyve tüketiminin kanseri önlemede etkili olduğu (Block ve ark., 1992, 1-29) söylenebilir.

#### **4. Tartışma ve Sonuç**

Kökleri, bilimsel olarak geçerliliği olmayan, Steiner’in biyodinamik tarımına dayanan organik tarım (Trewavas, 2004, s. 757-781) aslında 1960’lardan sonra kovansiyonel tarımın yaratmış olduğu olumsuz etkilere bir çözüm olduğu iddiasını savunan bir sosyal sorumluluk, yaşam biçimi ve ideolojidir (Trewavas, 2001, s. 409-410). Organik tarımın ortaya koyduğu bu çözümlerin temelinde doğal ve kimyasal kelimelerinin hatalı kullanılması vardır. Son yıllarda, organik tarıma göre, kimyasal kelimesi insan yapımı zararlı maddeleri tanımlarken, doğal kelimesi sağlıklı, güvenli olarak kabul edilmektedir. Bu tanımlamalara yakından baktığımızda karşımıza kimyasal fobisi (Gribble, 2013, s. 177-187) ve doğaya yönelim safsatası (Mulet, 2018, s. 173-179; Başeğmez, 2012) çıkmaktadır. Buna göre organik tarımın sıklıkla kullandığı bu kelimeler tüketicileri hatalı bilgilerle yanlış yönlendirerek, tüketiciler üzerinde korku yaratarak organik ürün tercih etmeleri fikrini oluşturan bir pazarlama yöntemi olduğu görülmektedir (Chassy ve ark., 2014). Üreticiler arasında yapılan çalışmalarda da organik tarıma geçmenin en önemli sebebi çevreye duyarlılık veya sağlıklı ürün yetiştirme değil yüksek gelir beklentisidir (Doğan ve Kızıloğlu, 2014, s. 702-705; Karabaş ve Gürler, 2011, s. 75-84). Tüm argümanlarına karşın organik tarım yeterli düzeyde verimli olmayan, çevre dostu bir sistem ve sağlıklı, güvenli ürün iddialarının bilimsel olarak desteklenmediği (Anonim, 2014) bir sistemdir (Mulet, 2018, s. 173-179).

Tarımsal açıdan önümüzdeki otuz yılın en önemli konusu, 10 milyara ulaşması beklenen nüfusu besleyebilmek için yeterli, güvenli ve ekolojik açıdan sürdürülebilir bir sistem

oluşturmaktır. Kısaca yeni bir “Yeşil Devrim” yapmaktır. Bunun yanında beslenme şeklimizin de sağlıklı bir yaşam için, radikal bir şekilde 2050 yılına kadar değişmesi gerektiği, meyve, sebze ve baklagillerin tüketiminin iki kat artması, şeker ve kırmızı et gibi gıdaların tüketiminin yarı yarıya azaltılması gerektiği raporlanmıştır (Willett ve ark., 2019).

İnsanlık buna benzer kaygıları bundan yüz yıl öncede yaşamıştı ve bilim sayesinde modern tarım yöntemlerinin geliştirilmesi ve yeşil devrimin başarılmasıyla insanlar yeterli, sağlıklı ve ucuz gıdaya kavuşmuştu. Organik tarımın ise o günden beri iddialarında ve modern tarım karşılığında değişen bir şey olmamıştır (DeGregori, 2004).

Organik tarım toprak sağlığı, temiz çevre, güvenli ve yeterli gıda gibi önemli konulara başarılı bir şekilde dikkat çekmiştir. Ancak bu konularda ortaya çıkan sorunlara ürettiği çözümlerin gerçekçi bir yolda olduğunu söylemek zordur. Konvansiyonel üretime alternatif olma hedefiyle sürekli kendini yenilemek, gelişmelere ayak uydurmak ve yeniliklerden faydalanmak yerine güncelliğini yitirmiş yöntemleri savunması, gelişime kapalı bir tutum içinde olmasını anlamak güçtür. Örneğin, GDO biyoteknolojisi sayesinde toprak işlemez üretime geçişin kolaylaşmasını, bu sayede hem toprak sağlığının korunduğunu hem çevreye olan etkinin azaldığını gösteren kanıtlara (Brookes ve Barfoot, 2013, s.109-119; Fernandez-Cornejo ve ark., 2012, s.231-241) rağmen, organik tarıma da açık şekilde önemli katkı sağlayabilecek bu teknolojiye karşıtlığın makul bir açıklaması bulunmamaktadır.

Sonuç olarak, organik tarım gelecekte tarımsal üretimde söz sahibi olmak ya da uygulanabilir bir sistem olarak kabul edilmek istiyorsa dogmatik yapısından kurtularak bilimsel yönetime ve gelişmelere adapte olması zorunludur. Bununla beraber her sistemin kendi içerisinde zorlukları, eksiklikleri bulunmaktadır. Bunları gidermek adına üretilen çözümler de her zaman yeterli olmayabilmektedir. Ancak yeterli kanıtla desteklenmiş yöntemlerin, gelişmelerin, gelecekte ortaya çıkarabileceği sorunlar olduğunu öne sürerek, terk edilmesi hatta yasaklanması çözümden ziyade çözümü uzağa atmaktır. Bu çalışmada da gösterildiği üzere organik tarım bu konuda çok fazla mesafe kat etmesi gereken bir sistemdir.

## **Kaynaklar**

Ahlem, Z., Hammas, M. A. (2017). Organic Farming: A Path of Sustainable Development. *Int J Econ Manag Sci* 6: 456. doi: 10.4172/2162-6359.1000456

Ames, B. N., Profet, M., Gold, L., S. (1990). Dietary pesticides (99.99% all natural). Proc. Nad. Acad. Sci. USA Vol. 87, pp. 7777-7781, October 1990 Medical Sciences

Amiri, A., Amiri, A. (2017). Antioxidants and disease prevention; an obscure association with great significance. Ann Res Antioxid. 2017;2(1):e02.

Anonim. (1994). <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/carbaryl-dicrotophos/copper-sulfate-ext.html> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim. (2007). When it comes to animal health and welfare, there are worse things than antibiotics. <http://web.archive.org/web/20081029012008/http://newfarm.rodaleinstitute.org/features/2007/0507/antibiotics/karreman.shtml> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim. (2008). Scientist Debunks Myth Of Organic Nutritional Superiority. <https://www.acsh.org/news/2008/07/21/scientist-debunks-myth-of-organic-nutritional-superiority> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim. (2009). The Organic Food Nutrition Wars. <https://www.acsh.org/news/2009/09/08/the-organic-food-nutrition-wars> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim. (2012). Sağlıklı bir yaşam için organik gıdalar şart <https://www.sabah.com.tr/saglik/2012/08/11/saglikli-bir-yasam-icin-organik-gidalar-sart> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim. (2014). Expert Reaction to Study Comparing the Nutritional Content of Organic and Conventional Foods. <http://www.sciencemediacentre.org/expert-reaction-to-study-comparing-the-nutritional-content-of-organic-and-conventional-foods/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim. (2018). Organic Food Worse for the Climate. <https://www.chalmers.se/en/departments/see/news/Pages/Organic-food-worse-for-the-climate.aspx> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim. (2019a). [http://www.syngentacropprotection.com/pdf/msds/03\\_270461222008.pdf](http://www.syngentacropprotection.com/pdf/msds/03_270461222008.pdf) (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Anonim, (2019b). [http://www.gadotagro.com/\\_Uploads/dbsAttachedFiles/Mancostar-mancozeb\\_80\\_WP\\_MSDS\\_8-11-2011.pdf](http://www.gadotagro.com/_Uploads/dbsAttachedFiles/Mancostar-mancozeb_80_WP_MSDS_8-11-2011.pdf) (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Ayla, D., Altıntaş., D. (2017). Organik Üretim ve Pazarlama Sorunları Üzerine bir Değerlendirme. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi- Cilt 19, Sayı 4,2017. DOI : 10.21180/kuiibf.2017434551

Azadi, H., Schoonbeek, S., Mahmoudi, H., Derudder, B., De Maeyer, P., & Witlox, F. (2011). Organic agriculture and sustainable food production system: Main potentials. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 144(1), 92–94. doi:10.1016/j.agee.2011.08.001

Bahlai, C. A., Xue, Y., McCreary, C. M., Schaafsma, A. W., Hallett, R. H. (2010). Choosing Organic Pesticides over Synthetic Pesticides May Not Effectively Mitigate Environmental Risk in Soybeans. *PLoS ONE*, 5(6), e11250. doi:10.1371/journal.pone.0011250

Baker, B. P., Benbrook, C. M., III, E. G., Benbrook, K. L. (2002). Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food Additives and Contaminants*, 19(5), 427–446. doi:10.1080/02652030110113799

Barański, M., Średnicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G. B., Leifert, C. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition*, 112(05), 794–811. doi:10.1017/s0007114514001366

Barbosa, W.F., De Meyer, L., Guedes, R. N. C., Smagghe, G. (2015). Lethal and sublethal effects of azadirachtin on the bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Ecotoxicology* 24:130–142. DOI:10.1007/s10646-014-1365-9.

Başğmez, S. (2012). Doğaya Yönelim Safsatası. <https://yalansavar.org/2012/06/26/dogaya-yonelim-safsatasi/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Baudry, J., Assmann, K., E., Touvier, M., et al. (2018). Association of Frequency of Organic Food Consumption With Cancer Risk: Findings From the NutriNet-Santé Prospective Cohort Study. *JAMA Intern Med.* 2018; 178(12):1597–1606. doi:10.1001/jamainternmed.2018.4357

Benbrook, C., Zhao, X., Yáñez, J., Davies N. and Andrews, P. (2008). New Evidence Confirms the Nutritional Superiority of Plant-Based Organic Foods. The Organic Center Critical Issue Report. <https://organic->

center.org/reportfiles/Nutrient\_Content\_SSR\_Executive\_Summary\_2008.pdf (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Berezow, A. (2018). No, Organic Food Doesn't Reduce Cancer Risk. That's Biologically Impossible. <https://www.acsh.org/news/2018/10/22/no-organic-food-doesnt-reduce-cancer-risk-thats-biologically-impossible-13538> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Block, G., Patterson, B., Subar, A. (1992). Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutrition and Cancer*, 18(1), 1–29. doi:10.1080/01635589209514201

Bradbury, K. E., Balkwill, A., Spencer, E. A., Roddam, A. W., Reeves, G. K., Pirie, K. (2014). Organic food consumption and the incidence of cancer in a large prospective study of women in the United Kingdom. *British Journal of Cancer*, 110(9), 2321–2326. doi:10.1038/bjc.2014.148

Brandt, K. and Mølgaard, J. P. (2001). Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. *J. Sci. Food Agric.*, 81: 924-931. doi:10.1002/jsfa.903

Brandt, K., Leifert, C., Sanderson, R., Seal, C. J. (2011): Agroecosystem Management and Nutritional Quality of Plant Foods: The Case of Organic Fruits and Vegetables, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30:1-2, 177-197

Brazeau, M. (2016). Diversification Practices Boosts Organic Yields. They Turbocharge Conventional Yields. <http://fafdl.org/blog/2016/12/16/no-organic-yields-are-not-close-to-conventional-plus-using-land-is-an-environmental-impact/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Brookes, G., Barfoot, P. (2013). Key environmental impacts of global genetically modified (GM) crop use 1996–2011. *GM Crops & Food*, 4(2), 109–119. doi:10.4161/gmcr.24459

Butler, G., Nielsen, J. H., Slots, T., Seal, C., Eyre, M. D., Sanderson, R., Leifert, C. (2008). Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(8), 1431–1441. doi:10.1002/jsfa.3235

Carson, R. (2004). *Sessiz Bahar*. Ankara: Palme. (Ç. Güler, Çev.). ISBN: 9758982079

Chassy, B., Tribe, D., Brookes, G., Kershner, D., Schroeder, J. (2014). Organic Marketing Report. *Academics Review*. [http://academicsreview.org/wp-content/uploads/2014/04/AR\\_Organic-Marketing-Report\\_Print.pdf](http://academicsreview.org/wp-content/uploads/2014/04/AR_Organic-Marketing-Report_Print.pdf) (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Chorley, M. (2014). Don't waste your money on organic food: Government says frozen vegetables are just as nutritious. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2705918/Don-t-waste-money-organic-food-Government-says-frozen-vegetables-just-nutritious.html> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Clark, M., & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, 12(6), 064016. doi:10.1088/1748-9326/aa6cd5

Cross, P., Edwards, R. T., Hounsome, B., & Edwards-Jones, G. (2008). Comparative assessment of migrant farm worker health in conventional and organic horticultural systems in the United Kingdom. *Science of The Total Environment*, 391(1), 55–65. doi:10.1016/j.scitotenv.2007.10.048

Dahan, O., Babad, A., Lazarovitch, N., Russak, E. E., Kurtzman, D. (2014). Nitrate leaching from intensive organic farms to groundwater. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(1), 333–341. doi:10.5194/hess-18-333-2014

Dangour, A. D., Dodhia, S. K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K., Uauy, R. (2009). *Am J Clin Nutr*. 2009 Sep;90(3):680-5. doi: 10.3945/ajcn.2009.28041. Epub 2009 Jul 29

DeGregori, T. R. (2004). *Origins of the organic agriculture debate*. 2004 Iowa State Press A Blackwell Publishing Company.

De Ponti, T., Rijk, B., Van Ittersum, M. K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 1–9. doi:10.1016/j.agsy.2011.12.004

Doğan, N., ve Kızıloğlu, S. (2014). Organik ve Konvansiyonel Süt Üretimi Yaygınlaştırılmasının Karşılaştırılmalı İrdelenmesi: Gümüşhane İli Örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3-5 Eylül 2014 (s. 702-705), Samsun.

Drożdżyński, D., Kowalska, J. (2009). Rapid analysis of organic farming insecticides in soil and produce using ultra-performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 394(8), 2241–2247. doi:10.1007/s00216-009-2931-5

Eryılmaz, G., A., Demiryürek, K., Emir., M. (2015). Avrupa Birliği ve Türkiye’de organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışları. *Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci*, 30 (2015) 199-206 ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online) doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.199-206

FAO, (t.y.). <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/en/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Fernandez-Cornejo, J., Hallahan, C., Nehring, R., Wechsler, S., Grube, A. (2012). Conservation Tillage, Herbicide Use, and Genetically Engineered Crops in the United States: The Case of Soybeans. *AgBioForum*, 15(3): 231-241. <http://www.agbioforum.org/v15n3/v15n3a01-fernandez-cornejo.htm?source=acsh.org> (Erişim tarihi 23 Mart, 2019).

Fishel, F., Ferrell, J., MacDonald, G., and Sellers, B. (2016). Herbicides: How Toxic Are They?. UF/IFAS Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/pi170> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Forman, J., Silverstein, J. (2012). Organic Foods: Health and Environmental Advantages and Disadvantages. *PEDIATRICS*, 130(5), e1406–e1415. doi:10.1542/peds.2012-2579

Gold, L.S., Slone, T.H., Ames, B.N., and Manley, N.B. (2001). Pesticide Residues in Food and Cancer Risk: A Critical Analysis. In: *Handbook of Pesticide Toxicology*, Second Edition (R. Krieger, ed.), San Diego, CA: Academic Press, pp. 799-843.

Gribble, G. W. (2013). Food chemistry and chemophobia. *Food Security*, 5(2), 177–187. doi:10.1007/s12571-013-0251-2

Hao, X., Chang, C., Larney, F. J., Travis, G. R. (2001). Greenhouse Gas Emissions during Cattle Feedlot Manure Composting. *Journal of Environment Quality*, 30(2), 376. doi:10.2134/jeq2001.302376x

Heaton, S. (2002). Assessing organic food quality: Is it better for you? In: Powell, Jane and et al., (Eds.) *Proceedings of the UK Organic Research 2002 Conference*, Organic Centre Wales, Institute of Rural Studies, University of Wales Aberystwyth, pp. 55-60. <http://orgprints.org/8361/> adresinden elde edildi. (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Howard, A. (1943). *An Agricultural Testament*. Oxford University Press New York and London.

IFOAM, (2019). <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Jones, J. D. G., Witek, K., Verweij, W., Jupe, F., Cooke, D., Dorling, S., Foster, S. (2014). Elevating crop disease resistance with cloned genes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1639), 20130087–20130087. doi:10.1098/rstb.2013.0087

Karabaş, S., Gürler, A., Z. (2011). Organik Tarım ve Konvansiyonel Tarım Yapan İşletmelerin Karşılaştırmalı Analizi. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 13 (21): 75-84, 2011 ISSN: 1309-9132

Klümper, W., Qaim, M. (2014). A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. *PLoS ONE* 9(11): e111629. doi:10.1371/journal.pone.0111629

Kniss, A. R., Savage, S. D., Jabbour, R. (2016). Commercial Crop Yields Reveal Strengths and Weaknesses for Organic Agriculture in the United States. *PLOS ONE*, 11(8), e0161673. doi:10.1371/journal.pone.0161673

Kutschera, U. (2016). Ernst Haeckel's biodynamics 1866 and the occult basis of organic farming, *Plant Signaling & Behavior*, 11:7, DOI: 10.1080/15592324.2016.1199315

Larsson, M. O., Nielsen, V. S., Bjerre, N., Laporte, F., Cedergreen, N. (2018). Corrigendum to “Refined assessment and perspectives on the cumulative risk resulting from the dietary exposure to pesticide residues in the Danish population”[*Food and Chemical Toxicology* 111 (2018) 207–267]. *Food and Chemical Toxicology*, 113, 345–346. doi:10.1016/j.fct.2018.01.043

Leitzmann, M. F., Stampfer, M. J., Michaud, D. S., Augustsson, K., Colditz, G. C., Willett, W. C., Giovannucci, E. L. (2004). Dietary intake of n–3 and n–6 fatty acids and the risk of prostate cancer. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(1), 204–216. doi:10.1093/ajcn/80.1.204

Magkos, F., Arvaniti, F., Zampelas, A. (2006). Organic Food: Buying More Safety or Just Peace of Mind? A Critical Review of the Literature. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(1), 23–56. doi:10.1080/10408690490911846

Mazoyer, M., Roudart, L. (2016). Dünya Tarım Tarihi Neolitik Çağ’dan Günümüzdeki Krize. (Ş. Ünsaldı, Çev.) Ankara: Epos. ISBN: 978-975-6790-70-0

Mondelaers, K., Aertsens, J., Van Huylenbroeck, G. (2009). A meta- analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal*, 111(10), 1098–1119. doi:10.1108/00070700910992925

Mulet, J. M. (2014). Should we recommend organic crop foods on the basis of health benefits? Letter to the editor regarding the article by Barański et al. *British Journal of Nutrition*, 112(10), 1745–1747. doi:10.1017/s0007114514002645



Mulet, J. M. (2018). The Appeal-to-Nature Fallacy Homeopathy and Biodynamic Agriculture in Official EU Regulations. *Mètode Science Studies Journal*, 8 (2018): 173-179. University of Valencia. DOI: 10.7203/metode.8.9984 ISSN: 2174-3487 / eISSN:2174-9221.

Naam, R. (2013). Greener than green: Biotech and the future of agriculture. <https://geneticliteracyproject.org/2013/04/22/greener-than-green-biotech-and-the-future-of-agriculture/> (Erişim tarihi 22 Mart, 2019).

NHS. (2008). Nutritional content of organic milk. <https://www.nhs.uk/news/food-and-diet/nutritional-content-of-organic-milk/#what-does-the-nhs-knowledge-service-make-of-this-study> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Niggli, U., Schmid, H., Fleissbach, A. (2007). Organic Farming and Climate Change. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). <http://orgprints.org/13414/3/niggli-et-al-2008-itc-climate-change.pdf> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

OECD. (2014). Green Growth Indicators for Agriculture: A Preliminary Assessment, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264223202-en>

Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik (2010). *Resmî Gazete*, Sayı: 27676. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100818-4.htm> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Owen, J. (2005). Farming Claims Almost Half Earth's Land, New Maps Show. <https://news.nationalgeographic.com/news/2005/12/agriculture-food-crops-land/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Palupi, E., Jayanegara, A., Ploeger, A. and Kahl, J. (2012). Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta- analysis. *J. Sci. Food Agric.*, 92: 2774-2781. doi:10.1002/jsfa.5639

Ponisio, L., C., M'Gonigle, L., K., Mace, K., C., Palomino, J., de Valpine, P., Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proc. R. Soc. B* 282:20141396. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>

Rigby, D., Cáceres, D. (2001). Organic farming and the sustainability of agricultural systems *Agric. Syst.* 68 21–40.

Rock, B., Suriyan, J., Vijay, B., Thalha, N., Elango, S. (2017). Organic Food and Health: A Systematic Review. *J Community Med Health Educ* 7:532. doi:10.4172/2161-0711.1000532

Rodale Institute, (2019). <https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-basics/organic-vs-conventional/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Rodman, S. O., Palmer, A. M., Zachary, D. A., Hopkins, L. C. and Surkan, P. J. (2014). “They Just Say Organic Food Is Healthier”: Perceptions of Healthy Food among Supermarket Shoppers in Southwest Baltimore. *CAFÉ*, 36: 83-92. doi:10.1111/cuag.12036

Rosen, J. D. (2008). Claims of Organic Food's Nutritional Superiority: A Critical Review. American Council On Science And Health. [https://www.acsh.org/wp-content/uploads/2012/04/20080723\\_claimsoforganic.pdf](https://www.acsh.org/wp-content/uploads/2012/04/20080723_claimsoforganic.pdf) (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Rosen, J. D. (2010). A Review of the Nutrition Claims Made by Proponents of Organic Food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 270–277. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00108.x

Rustin, Susanna. (2015). Why are Organic Farmers Across Britain Giving up? <https://www.theguardian.com/environment/2015/mar/14/why-are-organic-farmers-across-britain-giving-up> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Savage, Steve. (2012). Pesticide Residues on Organic: What Do We Know? <http://appliedmythology.blogspot.com/2012/12/pesticide-residues-on-organic-what-do.html> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Sayın, V. I., İbrahim, M. X., Larsson, E., Nilsson, J. A., Lindahl, P., Bergo, M. O. (2014). Antioxidants Accelerate Lung Cancer Progression in Mice. *Science Translational Medicine*, 6(221), 221ra15–221ra15. doi:10.1126/scitranslmed.3007653

Scialabba El-Hage, N. ve Müller-Lindenlauf, M. (2010). Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 25(2); 158–169. doi:10.1017/S1742170510000116

Searchinger, T. D., Wiersenius, S., Beringer, T., Dumas, P. (2018). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature*, 564(7735), 249–253. doi:10.1038/s41586-018-0757-z

Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485(7397), 229–232. doi:10.1038/nature11069

Smith-Spangler, C., Brandeau, M. L., Hunter, G. E., Bavinger, J. C., Pearson, M., Eschbach, P. J., Bravata, D. M. (2012). Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? *Annals of Internal Medicine*, 157(5), 348. doi:10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007

Soil Assosiation. (2018). Climate Benefits of Organic Farming. <https://www.soilassociation.org/news/2018/major-climate-benefits-of-organic-farming/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Średnicka-Tober, D., Barański, M., Seal, C. J., Sanderson, R., Benbrook, C., Steinshamn, H., Leifert, C. (2016). Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid,  $\alpha$ -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses. *British Journal of Nutrition*, 115(06), 1043–1060. doi:10.1017/s0007114516000349

Tangermann, Victor. (2018). 4 Myths About GMOs And Organic Food Everybody Needs to Stop Believing. <https://www.sciencealert.com/4-myths-about-gmos-everybody-needs-to-stop-believing> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Tosun, H., Kaya, B. (2010). Organik Gıdalarda Gıda Güvenliği. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 5, No: 2, 2010 (48-58)*.

Trewavas, A. (2001). Urban myths of organic farming. *Nature*, 410(6827), 409–410. doi:10.1038/35068639

Trewavas, A. (2004). A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop Protection*, 23(9), 757–781. doi:10.1016/j.cropro.2004.01.009

Tuomisto, H., L., Hodge, I., D., Riordan, P., Macdonald, D. W. (2012). Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management*, 112, 309–320. doi: /10.1016/J.JENVMAN.2012.08.018

Van Eenennaam, A. L., Young, A. E. (2014). Prevalence and impacts of genetically engineered feedstuffs on livestock populations1. *Journal of Animal Science*, 92(10), 4255–4278. doi:10.2527/jas.2014-8124

Wilcox, C. (2011). Mythbusting 101: Organic Farming Conventional Agriculture. <https://blogs.scientificamerican.com/science-sushi/httpblogsscscientificamericancomscience-sushi20110718mythbusting-101-organic-farming-conventional-agriculture/> (Erişim tarihi 10 Şubat, 2019).

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*. doi:10.1016/s0140-6736(18)31788-4

Winter, C. K. (2015). Chronic dietary exposure to pesticide residues in the United States. *International Journal of Food Contamination*, 2(1). doi:10.1186/s40550-015-0018-y

Xu, D. P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., Zhang, J. J., Li, H. B. (2017). Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. *International journal of molecular sciences*, 18(1), 96. doi:10.3390/ijms18010096

## Derleme

### Türkiye’de Özel Mısır Tiplerinin Kullanımı ve Geleceği

Ahmet ÖZTÜRK<sup>1\*</sup>, Erkan ÖZATA<sup>2</sup>, Şekip ERDAL<sup>1</sup>, Mehmet PAMUKÇU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM), Antalya

<sup>2</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun

\*Sorumlu yazar: ozturkahmet@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 27.03.2019 / Kabul Tarihi: 25.04.2019

#### Özet

Mısır bitkisi yedi varyeteye ayrılmıştır. Mısırın en önemli varyetelerinden olan atdışi ve sert mısır yoğun bir şekilde insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca, özel mısır tiplerinden olan patlak mısır (*Zea mays L. everta*), şeker mısır (*Zea mays L. Saccharata sturt.*) ve waxy mısır (*Zea mays ceratina*) patlatılarak aperatif, haşlanarak veya konserve olarak kullanılabilir.

Ülkemizde geleneksel aperatif bir atıştırma yiyerek olan patlak mısır, son yıllarda yaklaşık 9000-10.000 hektar alanda yetiştirilmekte ve özellikle çocuklar tarafından sevilerek tüketilmektedir. Şeker mısır özellikle Akdeniz ve Ege başta olmak üzere esas olarak kıyı bölgelerde haşlanarak ve konserve halinde tüketilmektedir. Waxy mısıra olan talep de ülke genelinde günden güne artmaktadır.

Bu çalışmada; özel mısır tiplerinin ülkemizdeki mevcut durumu, kullanımı ve gelişimi irdelenmiştir. Özel mısır tiplerindeki yeni çeşit geliştirme ve tarımsal çalışmalar, ülkemizde özel mısır tiplerine (patlak mısır, şeker mısır ve waxy mısır) olan talebi karşılamaya ve ülkemizin tohum ihtiyacının dışa bağımlılığının azaltılmasına yardımcı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Patlak mısır, Şeker mısır, Çeşit, Waxy mısır

#### Utilization and Future of Special Corn Types in Turkey

#### Abstract

The corn plant is divided into seven types. The dent corn and flint corn, being the most common varieties of corn are intensively used as feed and silage. Besides, popcorn (*Zea mays L. everta*), sweet corn (*Zea mays L. Saccharata sturt.*) and waxy corn (*Zea mays ceratina*) being from special corn types are used as cooked as snack, fresh and canning using and sauce as appetizer respectively.

Popcorn, which has become a traditional snack food in the country in the recent years is cultivated about 10.000 ha and consumed especially lovingly by children. Sweet corn is consumed as a fresh and canned food in the coastal areas, especially in the Aegean and Mediterranean regions. The demand for waxy corn consumption is increasing day by day throughout the country.

In this research, the current status, use and development of specialized corn types in our country have been investigated. Increasing of new varieties developing and agriculture studies to meet demand for specialized corn types in our country (popcorn, sweet corn and waxy corn) will help to reduce the foreign dependency of our country's corn seed needs.

**Keywords:** Popcorn, Sweet corn, Varitety, Waxy corn

## 1. Giriş

Mısır buğdaygiller familyası içerisinde yer alan, yedi alttürden oluşan; atdişi mısır (*Zea mays indendata*), sert mısır (*Zea mays indurata*), patlak mısır (*Zea mays everta*), seker mısır (*Zea mays saccharata sturt*), mumsu mısır (*Zea mays ceratina*), unlu mısır (*Zea mays amylaceae*) ve kavuzlu mısır (*Zea mays tunicata*) bir tahıl türüdür. Farklı alttürlerle ayrılan mısır bitkisi, bu özelliği sayesinde de tarih boyunca farklı kullanım alanları bulmuştur. Mısır, Türkiye'de tahıllar içinde 2015 yılı itibari ile sırasıyla buğday ve arpanın arkasında yer alarak ekim alanı bakımından 688 bin hektar alan ile üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Ülkemizde 1970-2015 yılları arasındaki mısır ekim alanı, üretimi ve verimi

Yıllar	Ekim Alanı (bin ha)	Üretim (bin ton)	Verim (ton/ha)	Yıllar	Ekim Alanı (bin ha)	Üretim (bin ton)	Verim (ton/ha)
1970	648	1009	1.60	2007	518	3530	6.83
1980	583	1240	2.12	2008	595	4274	7.20
1990	515	2100	4.43	2009	592	4250	7.18
2000	555	2300	4.14	2010	594	4310	7.26
2001	550	2200	4.00	2011	589	4200	7.13
2002	525	2100	4.20	2012	623	4600	7.39
2003	550	2800	5.09	2013	660	5900	8.95
2004	545	3000	5.50	2014	659	5950	9.07
2005	600	4200	7.00	2015	688	6400	9.33
2006	536	3810	7.11				

Toplam 688 bin ha mısır ekim alanının % 68'ini tanelik , % 32'sini ise silajlık mısır oluşturmaktadır. Türkiye'de mısır ekiminin en fazla olduğu bölge 207 bin ha alan ile

Akdeniz Bölgesi olup, 185 bin ha alan ile Güneydoğu Anadolu ve 81 bin ha ile Ege Bölgeleri takip etmektedir.

Mısırın kullanım alanlarının başında insan gıdası ve endüstri hammaddesi gelmektedir. Mısırın sap ve yaprakları özellikle silaj şeklinde hayvan yemi olarak değerlendirilmekte, yine sap ve yaprakları sanayide kâğıt yapımı ve küçük çapta hasır el işleri yapımında da değerlendirilmektedir. Mısır ana kullanım alanlarının yanı sıra özel varyete gruplarında çerezlik olarak da tüketilmektedir. Mısırın özel kullanım alanları içerisinde yağ ve tatlandırıcı sektörü ile biyoyakıt-biyoetanol üretimi de bulunmaktadır.

Genel mısır tarımı içerisinde patlak mısır, şeker mısır ve waxy mısır alttürleri genel itibari ile insan beslenmesinde özel kullanım amacına sahiptir. Bu çalışmada; Ülkemizde özel kullanım alanına sahip bu alt türlerin durumu ve gelecekteki kullanım potansiyelleri değerlendirilmeye çalışılmıştır.

## 2. Patlak Mısır (*Zea mays everta*)

Patlak mısır (*Zea mays everta*) diğer mısır varyetelerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir, en belirgin özellikleri morfolojik ve tane yapılarındadır. Cin mısır bitkisini bitki görünüşü ve tane yapısı itibari ile diğer mısır tiplerinden ayıran belli başlı özellikler bulunmaktadır.

- ✓ Cin mısır bitkisi atdışi mısıra göre daha kısa boyludur. Cin mısır bitkisinin sapı atdışinin sapından daha ince ve daha az sağlam olma eğilimindedir.
- ✓ Cin mısırın yaprak şekli ve büyüklüğü at dişindekiler gibi farklılıklar göstermektedir, cin mısır yaprağı genellikle daha dik bir yönlendirme ile dardır (Öztürk ve Sade, 2014).
- ✓ Cin mısır tepe püskülleri, atdışi mısır tepe püsküllerinden daha büyüktür ve tepe püskülleri dallarının uçlarının aşağı doğru olması ile birlikte “ağlayan söğüt” görünümünü vermektedir.
- ✓ Cin mısırın koçan püskülleri ve koçanları atdışi mısırdan daha küçüktür. Cin mısır bitkisinde genelde birden fazla koçan oluşmaktadır. Oluşan koçanlardan birinci koçan üstteki koçan olup altta oluşan ikinci bazen üçüncü koçanlar şekil itibari ile daha küçüktür. Cin mısırdaki koçanlar genelde tepe püskülüne yakın oluşmaktadır.

- ✓ Tanelerinin renkleri beyaz, sarı, kırmızı ve siyah gibi değişiklik gösterebilmektedir. Ticarete konu olanlar genelde sarı ve beyaz renkli olanlardır. Cin mısır tohumları atdışine göre daha küçük ve daha serttir.
- ✓ Sert endosperm oranı yumuşak endosperme göre çok daha fazladır (Brunson ve Richardson, 1958). Merkezindeki bulunan yumuşak nişastayı çevreleyen az miktarda da sert bir endosperm bulunmaktadır (Erdal ve ark. 2012).
- ✓ Cin mısır tanesinin dış gövdesi hem güçlü hem de nem geçirmez bir tabakadan oluşmaktadır. Aynı zamanda endosperm tabakasının nerdeyse tamamı serttir. Ayrıca cin mısır tohumu daha kalın bir perikarp tabakasına sahiptir (Tracy ve ark., 1987).
- ✓ Cin mısır tanelerinin pirinç ve inci tipi olmak üzere iki tipi vardır. Pirinç tipleri uzun ve üzerlerinde sivri bir çıkıntılar olma eğilimindedir; inci tipleri de pürüzsüz bir top gibi ve daha yuvarlaktır (Dickerson, 2003). Ticari melezlerin büyük çoğunluğu inci tipleridir (Öztürk ve Sade, 2014).

Cin mısırın kendisini diğer mısır alttürlerinden ayıran en karakteristik özelliği, daha geniş yongalar halinde patlayarak patlak mısır haline getirilebilmesi ve bu sayede çerez olarak kullanılabilmesidir. Cin mısır olarak da bilinen patlak mısır özellikle insan beslenmesinde kullanılır. Patlak mısır vitamin ve mineral içeriği başta olmak üzere zengin besin içeriği sayesinde beslenme açısından önemli bir yerde olup, tok tutması ve mide asidini emmesi sayesinde de iyi bir diyet ürünüdür. Ayrıca kalori değerleri düşük, tam tahıllı mısır enerjisi sağlaması ile de açlık duygusunu azaltması ile vücut kilo kontrolünde tercih edilmesi sebebiyle de diğer mısır alttürleri arasında özel bir yere sahiptir.

Ziegler (2001)'e göre, cin mısırın başlangıçta ilk kullanım alanları sadece sinema salonlarında film izlerken aperatif bir gıda olarak tercih edilmekteydi. Ancak sinema salonları yerine sinemaların evlerde kişisel televizyonlar vb izlenmeye başlanması ile birlikte cin mısırın sinema salonlarında tüketimi azalmıştır. Bu durum karşısında ilgili firmaların reklamları sayesinde tüketicilere patlak mısırın sadece sinemada film izlerken değil, evde televizyon izlerken de tüketilebileceği benimsetilmiştir.

Patlak mısır tarımı diğer mısır varyetelerinden ayrı olarak dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük oranda sözleşmeli olarak yapılmaktadır. Ülkemizde sinema ve



AVM kültürünün artışı ile de birlikte artan patlak mısır ihtiyacını karşılayabilmek için patlak mısır üretim alanı ve miktarı da artışa geçmiştir. Ülkemizde cin mısır ekim alanı yaklaşık olarak 8-10 bin ha'dır. Cin mısır yüksek bir adaptasyon kabiliyetine sahiptir. Ülkemizde hemen hemen her bölgede yetiştirilebilmektedir. Daha önceki yıllarda cin mısır tarımının yoğun olarak Ege ve Akdeniz bölgelerinde yapılmasına rağmen son birkaç yılda cin mısır tarımı yapılan iller sıralaması değişmiş, ülkemiz üretiminin yaklaşık yarısı Kahramanmaraş-Elbistan'da, sonra Çukurova (Adana-Mersin), Ege (Aydın, Denizli), Kayseri, Konya, Karaman, Kırşehir illerinde cin mısır tarımının yapıldığı tespit edilmiştir (Öztürk ve Sade, 2014). Ülkemizde tescilli patlak mısır çeşitleri Tablo 2'de verilmiştir.

Cin mısır özel olarak aperatif bir atıştırılabilirlik olarak kullanılmaktadır, diğer aperatif yiyeceklerden farkı düşük kalori ve yağ oranı, yüksek karbonhidrat oranı içermesidir (Hansen, 2012). Özkan (2007) Cin mısırın beslenmede tercih edilme sebeplerinden birisi olarak da içeriğindeki vitamin ve mineralleri göstermiştir.

**Tablo 2.** Türkiye' de Tescilli Patlak Mısır Çeşitleri (Anonim. 2018)

Çeşit Adı	Tescil Yılı	Tescil Sahibi
Ant.Cin 98	1998	BATEM
Nermin-Cin	2002	BATEM
Koçcin	2005	BATEM
SH 9201	2006	Poltar Tarım Ürünleri San. Ve Ticaret Ltd. Şti.
Baharcin	2013	Bahar Gıda İç ve Dış Tic. Ltd. Şti.
Elacin	2013	Bahar Gıda İç ve Dış Tic. Ltd. Şti.
Lider	2016	Tareks Tarım Tic. A.Ş.
VYP315	2017	Üçel Tarım Tic. Ltd. Şti
Bulut	2017	Tareks Tarım Tic. A.Ş.
R427	2017	Aybaklar Tar. San. Tic. A.Ş.
R997	2017	Aybaklar Tar. San. Tic. A.Ş.
R128YH	2017	Poltar Tarım Ürünleri San. Ve Ticaret Ltd. Şti.
SH 3077	2017	Poltar Tarım Ürünleri San. Ve Ticaret Ltd.

Tok tutması ve mide asidini emmesi sayesinde de iyi bir diyet ürünü olduğu bildirilmiştir (Ülger, 1998). Patlak mısırın enerji değeri incelendiğinde ortalama iki yumurtaya eşdeğer olduğu bildirilmiştir. Nguyen ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada

cin mısırın kalori değerinin düşük olması ve tam tahıllı mısır enerjisi sağlaması sayesinde tokluk hissi sağladığı, bu özelliği sayesinde de vücut kilo kontrolünde önemli bir tercih olabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar patlak mısırın besleyici ve zengin içeriğe (ham protein ve methionin) sahip olması sayesinde hayvan yemi olarak da tercih edildiğini bildirmişlerdir. Hansen (2002)'e göre Amerika Dış Hekimleri Birliği (ADA) şekerli aperatif yiyecekler arasında patlak mısır tavsiye etmiş ve Amerikan Kanser Derneği (ACS) patlak mısırın lif içerikleri sayesinde yararlı olduğunu bildirmiştir. Bir porsiyon (yaklaşık yüz gram) patlamış cin mısır yaklaşık 382 kcal içermektedir ve besin değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Patlak mısır diğer varyete gruplarında ayıran en önemli tane özelliği kalın ve sert bir endosperm tabakasına sahip olmasıdır. Diğer mısır alttürlerinde olduğu gibi patlak mısır tanelerinde de bir miktar nem ve içeriğinde yağ bulunmaktadır. Patlak mısır tane içeriğindeki yağ ve nem ısıtıldığında, kalın ve su geçirmez endosperm tabakası basınçlı buhar kazanına benzeyen bir sistemle nemi tane içinde hapseder. Tane ısıtmaya devam edildiğinde endospermdeki nem buhar haline dönüşerek genişler. Aynı zamanda tanede bulunan jelatinindeki nişasta yumuşayarak esnek hale gelir. Kalın endosperm tabakası sayesinde tane içinde oluşan basınç etkisi tanenin patlama anına kadar artarak çoğalmaya devam eder. Artan basınç yaklaşık 180°C (356 °F) ve yaklaşık 135 psi (930 kPa) kadar ulaşır. Endosperm içinde köpüğümsü bir yapıda bulunan nişasta ve proteinler genişledikçe tane içinde oluşan basıncın ani artmasına sebep olur ve gövde aniden patlar. Patlayan yongalar soğuduğunda bilinen patlak mısır oluşur (Anonymous 2018b). Patlak mısır tanesinde bulunan endosperm veya yumuşak nişastada patlama sırasında oluşan tek fark, hacim olarak biraz daha büyümeleridir, yapılarında çok az değişiklik meydana gelmektedir.

Patlak mısır taneleri patlatıldığında kelebek "Butterfly" ve mantar tip "mushroom" olarak isimlendirilmektedir. Kelebek tip patlayanlarda patlayan kanat şekilleri düzensiz şekilde açılmaktadırlar. Mantar tip patlayanlarda ise, patlayan kanatlar birkaçı bir araya gelerek top şeklini alırlar. Patlak mısırın genel patlama eğilimi kelebek tiptir. Mantar tip patlayan çeşitleri daha çok gıda sanayinde şekerleme ürünleri için tercih edilmektedir (Carter ve ark., 1989).

### 3. Şeker Mısır (*Zea mays saccharata sturt*)

Şeker mısır mısıra ait yedi alttürden birisi olup, bitkisel ve tohum özellikleri ile diğer varyetelerden kolaylıkla ayrılabilir. Bitki boyu 160-220 cm ile atdışi mısır ile kıyaslandığında daha kısa boyludur. Bitki sapı atdışine göre daha ince ve daha az sağlam olma eğilimindedir. Diğer varyetelerde olduğu gibi nötr gün bitkisi olması sebebiyle ortalama 8-10 saat gün uzunluğuna ihtiyacı vardır. 13 saatin üzerindeki gün uzunlukları çiçeklenmede problemler ortaya çıkarmaktadır. Taze olarak tüketim için yaklaşık hasat süresi 80-90 gündür. Şeker mısırın özellikle tohumları diğer varyetelerden kolaylıkla ayrılabilir. Süt olum dönemine kadar çok fark olmamakla birlikte fizyolojik olumdan sonra su kaybı ile birlikte olgun daneler buruşuk yapı ve saydam renk kazanmaktadır. Ticari tohumlar genellikle sarı beyaz ya da iki rengin karışımından oluşmaktadır. Tohumlarının bin dane ağırlığı 250-300 gramdır.

Ülkemizde özellikle Akdeniz bölgesi ve turizm yörelerinde hızla artan bir kullanım alanı bulmuştur. Özellikle Akdeniz ve Ege bölgesindeki yüksek tüketim sebebiyle de şeker mısır yetiştiriciliği bu bölgelerde artış göstermektedir. Atdışi, ve cin mısıra göre daha hassas adaptasyon yeteneğine sahip olması ile de yetiştiriciliğinde daha fazla özen gösterilmelidir. Tatlı mısır taze olarak hasat edildikten sonra suda haşlanarak ya da közde pişirilerek taze olarak tüketilebildiği gibi, konserve yapılarak ya da dondurularak tüketilmektedir. Ülkemizin özellikle büyük kentlerimizde tek olarak ya da diğer yiyecekler ile karıştırılarak konserve veya salata garnitürleri tüketimi de hızlı bir artış göstermektedir. 110-120 g tatlı mısırdaki ortalama besin içeriği Tablo 4’de verilmektedir. Bu sayede yılın bütün sezonunda kullanım olanağı bulmaktadır. Özellikle süt olum döneminde hasat edildiği takdirde diğer varyete gruplarına göre yaklaşık iki kat şeker oranı ve embriyosunun iriliğine bağlı olarak yüksek yağ ve protein oranı ile son yıllarda taze tüketimde hızlı bir artışı söz konusudur (Erdal ve Pamukçu, 2005).

Şeker mısır gıda endüstrinde de işlenerek tüketime konu olabilmektedir. Gıda endüstrisinde işlenecek ürünlerde önemli kalite parametrelerinin başında tanedeki şeker oranı, tane rengi ve tane randımanı gibi özellikler gelmektedir. Standart şeker mısırları ‘su’ geni içermekte ve bu türlerin içeriğinde bulunan şeker süt olum döneminden sonra hızla nişasta ve fitoglikojene dönüşmektedir.

Bu özelliğinden ötürü, ‘su’ geni içeren standart şeker mısırları tiplerinin yerini şeker içeriği daha yüksek olan ‘se’ ve ‘sh-2’ tipi çeşitler almaya başlamıştır. Bu tip mısırlarda

süt olum döneminde yapılan hasattan sonra şekerin nişastaya dönüşümü daha yavaş olmaktadır (Başçiftçi ve ark., 2013). Ülkemizde tarımı yapılan şeker mısır çeşit sayısı sınırlı sayıdadır. Genel itibari ile özel sektöre ait olan çeşitler arasında BATEM'e ait "Batem Tatlı" çeşidi 2013 yılında ülkemizde tescil ettirilen ilk yerli çeşit olma özelliğine de sahiptir. Ülkemizde tarımı yapılan bazı çeşitler Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Patlamış Mısır için besin değerleri (100 gramda) (Anonymous, 2018a)

Besin İçeriği	Birim	Değer/ 100 g
Karbonhidrat	g	77.9
Lif Toplam Diyet	g	15.1
Protein	g	12
Toplam Yağ	g	4.2
Su	g	4.1
Mineral		
Potasyum	mg	301
Fosfor	mg	300
Magnezyum	mg	131
Kalsiyum	mg	10
Sodyum	mg	4
Çinko	mg	3.4
Demir	mg	2.67
Vitamin		
Vitamin A. IU	IU	27
Folate. DFE	µg	23
Niacin	mg	1.94
Vitamin A. RAE	µg	1
Riboflavin	mg	0.28
Vitamin B-6	mg	0.25
Thiamin	mg	0.20
Vitamin C. Toplam ascorbic acid	mg	0
Vitamin B-12	µg	0
Lipid		
Yağ asitleri. toplam çoklu doymamış yağ	g	1.9
Yağ asitleri. toplam tekli doymamış yağ	g	1.1
Yağ asitleri. toplam doymuş yağ	g	0.57
Kolesterol	mg	0

**Tablo 4.** 110-120 g tatlı mısırdaki ortalama besin içeriği (Cengiz ve ark., 2015)

Özellik	Taze tatlı mısır	Dondurulmuş tatlı mısır	Piştirilmiş tatlı mısır	Konserve
Kalori	66	67	89	79
Karbonhidrat (g)	14	16	20	18
Yağ (g)	0.9	0.06	1	0.5
Protein (g)	2.4	2.4	2.7	2.4
Sodyum (mg)	11.7	4	11.7	11.7
A vitamini*	4	4	2	2
C vitamini*	8	2	8	10
Thiamin*	10	2	10	2

\*\* ABD’de tavsiye edilen günlük vitamin alımının yüzdesi

#### 4. Waxy mısır (*Zea mays ceratina*)

Waxy mısır (*Zea mays L. ceratina*), mısır bitkisine ait yedi alt türden birisi olup ilk defa Çin’de keşfedildiği bilinmektedir. İçeriğindeki yüksek moleküler ağırlığa sahip olan nişasta diğer karbonhidratlara oranla daha hızlı şekilde sindirilebilir. Yaş öğütme prosesleri sayesinde içeriğindeki nişastaya ulaşılabilir. Normal mısır nişastasını ısı işlem sırasında viskozitesini büyük oranda kaybetmesine rağmen waxy mısır nişastasının amilaz içermemesinden dolayı yapışkanlığını koruyucu özelliği vardır. Bu özelliği sayesinde waxy mısır nişastasını modifiye edilerek başta soslu mısır çerez üretim olmak üzere gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Cengiz ve ark., 2015).

**Tablo 5:** Türkiye’de tarımı yapılan bazı tatlı mısır çeşitleri

Çeşit adı	Tatlı mısır tipi	Renk	Olgunlaşma gün sayısı
Batem Tatlı	Standart (Su-1)	Sarı	75-85
Jubilee	Standart (Su-1)	Sarı	80-85
Merit	Standart (Su-1)	Sarı	90-100
Vega	Süper Tatlı (Sh2)	Sarı	70-80
Challenger	Süper Tatlı (Sh2)	Sarı	80-85

Waxy mısır Çin, Kore, Tayvan, Vietnam, Laos, Myanmar ve Tayland başta olmak üzere Asya ülkelerinde sevilerek taze ve bütün koçan halinde tüketilmekte ve üretim alanı hızla artmaktadır (Harakotr ve ark., 2014) . Dondurulmuş waxy mısır

ürünleri şu anlarda ve yakın geçmişte Asya ve Amerika Birleşik Devleti süpermarketlerinde ve pazarında yer bulmaktadır (Ketthaisong ve ark., 2014; Lertrat ve ark., 2008). Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri son yıllarda bölgelerinde gen kaynağı olmamalarına rağmen mor waxy mısırla fazla miktarda ilgilenmiştir (Simla ve ark., 2016). Ülkemiz diğer ülkelerden waxy mısır çeşitleri ithal eden ithalatçı ülke konumundadır. Dünyada özellikle Uzakdoğu ve Güney Amerika'da bol miktarda yetiştirilen ve hibrit çeşitleri bulunan waxy mısırdaki, ülkemizde 2018 yılı itibari ile henüz tescilli bir waxy mısır çeşidi bulunmamaktadır. Ülkemizde yüksek özellikli waxy mısır çeşitlerinin geliştirilebilmesi için ilk ve en önemli aşama genetik kaynağın oluşturulmasıdır.

Şeker mısıra benzer bir tüketim şekline sahip olan waxy mısır haşlanarak ve közde pişirilerek taze olarak tüketilmektedir. Waxy mısır orijinal besin içeriğinden tamamen faydalanmak ve lezzetini arttırmak için atdığı mısırın hasat olgunluğa gelmeden taze şekilde hasat edilir ve tüketilir (Harakotr ve ark., 2014). Kullanılacağı şekle göre değişmekle birlikte farklı nem değerlerinde hasat edilebilmektedir (Hu ve Xu, 2011).

Waxy mısırdaki beyaz, sarı, mor ve siyaha kadar renk değişimleri fotokimyasal içerik ve yoğunluğu ile ilişkilidir. Renkli mısır tohumları renkli olmayanlara göre daha yüksek fotokimyasallara sahiptir (Lopez-Martinez ve ark., 2009; Harakotr ve ark., 2014). Bu yüzden tüketicilerin renkli waxy mısırın sağlığa olan faydasına olan farkındalığından dolayı renkli waxy mısıra olan ilgi son yıllarda yükselmektedir (Harakotr ve ark., 2014). Waxy mısır alt türünün içinde önemli bir yer tutan mor waxy mısırdaki yer alan pigmentler sağlık ürünleri endüstrisinde önemli bir potansiyele sahip olabilir (Limsitthichakoon ve ark., 2014). Mor mısırların en büyük özelliği antosiyanin yüksek şekilde biriktirebilmeleridir (Cevallos-Casals ve ark., 2003). Harakotr ve ark., (2014) Cyanidin, delphinidin, pelagonidin mor waxy mısırdaki en önemli üç antosiyanin olduğunu bildirmiştir. Dünyada özellikle uzak doğu ülkelerinde yetiştirilen siyah ve mor waxy mısır çeşitleri vardır (Tuan ve ark., 2016). Özellikle son yıllarda yüksek antioksidan içeriğine sahip mor waxy mısır çeşitleri geliştirilmektedir (Ji ve ark., 2010). Ancak waxy mısırdaki antioksidan içeriği konusunda hala yeterli tam ve net bilgi bulunmamaktadır (Simla ve ark., 2016).

Genellikle renkli sebze, meyve ve tahıllar renksiz olanlara göre daha kalitelidir (Kim, 2010). Renkli mısırlara ilgi son yıllarda hızla yükselmektedir. Bu yüzden yüksek fotokimyasal içeriklere sahip koyu renkli waxy mısırların geliştirilmesi waxy mısır ıslah çalışmalarının asıl amacı olmuştur (Simla ve ark., 2016). Mısırdaki antosiyonin pigmentleri yüksek antosiyonin aktivitesinden sorumludur ve kolon kanserinin riskinin azaltılmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir (Hagiwara ve ark. 2001). Bu tarımsal ürünler yaşlanma ve çeşitli hastalıklara karşı antioksidan aktivitelere sahiptir (Simla ve ark., 2016).

Mor mısır antosiyonin ve biyoaktif fenolikler açısından zengindir ve başlıca Peru ve Bolivya olmak üzere Güney Afrika'da yüzyıllardır tatlı ve içecek için yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Jing ve ark., 2005). Son zamanlarda antosiyoninlerin antioksidan, antianflimatuvar, antimutajenik ve antikanser gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir (Hagiwara ve ark. 2001; Tsuda ve ark. 1996; Tsuda ve ark. 1998; Yoshimoto ve ark., 1999). Ayrıca, antosiyonin bakımından zengin mor mısır ekstratının diabet komplikasyonlarının iyileştirmeye yardımcı olduğu bildirilmiştir [Tsuda ve ark. 200; Li ve ark. 2012). Renkli antosiyonin içerikleri mor mısıрын bütün kısımlarında bulunmakla birlikte önemli bir içeriği koçanında bulunmaktadır (Li ve ark. 2012). Mor mısırdaki bulunan antosiyoninler ve karotenoidler gibi pigmentler hayvan ve insan beslenmesinde sayısız fonksiyonlara sahiptir. Mısırdaki bu komponentlerin geliştirilerek artırılması mısıрын besin kalitesini arttırmaktadır (Li ve ark., 2008).

Mor waxy mısır koçanları sağlık kullanımında potansiyel değerli içeriklere sahip olması nedeniyle insan sağlığı için en ilginç tarımsal ürünlerden birisidir (Limsitthichaikoon ve ark., 2014). Mor waxy mısır koçan ve tohumları diğer fotokimyasal bitkiler ile karşılaştırıldığında düşük fiyata ana antosiyonin kaynağıdır (Abdel-Aal ve ark. 1999). Mor mısırdaki antosiyonin sağlık faydaları onların yüksek antioksidan aktiviteleri ve insan kolon kanserini azaltan komponentlerin varlığı diğer mekanizmaları varlığına atfedilmiştir (Hagiwara ve ark., 2001; Fukamachi ve ark., 2001). Bu komponentler ayrıca kalp hastalıkları serbrevasküler hastalıklar diabet ve obezite hastalıklarının tedavisinde de yardımcı oldukları tespit edilmiştir (Tsuda ve ark., 2003). Farklı fotokimyasal içeriğe sahip diğer diyet kaynaklarının aksine mısır temelli fotokimyasallar özellikle gelişmekte olan ülkelerin kırsal kesimlerinde başta olmak üzere beslenme yetersizliği ve düşük gelirli tüketiciler arasında daha kolay pazar

bulabilmektedir (Chander ve ark., 2008). Bu yüzden sağlığa faydasından dolayı modern çağın tüketicileri için mor waxy mısır çeşitlerinin geliştirilmesi pazar payında hızlı bir şekilde yükselmektedir (Amnueysit ve ark., 2010).

## 5. Sonuç

Cin mısır patlama özelliği ile patlak mısır haline getirilerek çerez olarak kullanılabilmesi ve zengin besin içeriği ile diğer mısır varyete grupları arasında özel bir yere sahiptir. Ülkemizde özellikle çocuklar tarafından sevilerek tüketilmesinden ve sinema izleyicileri tarafından atıştırmalık bir aperatif olarak tercih edilmesinden dolayı patlak mısıra talep giderek artmaktadır.

Şeker mısır özel mısır tipleri arasında yer almakta ve besin içeriği, lezzeti ve farklı kullanım alanları olması sebebiyle üretimi ve tüketimi hızlı bir şekilde artmaktadır.

Sağlığa faydasından dolayı dünyada modern çağın tüketicileri için tüketim trendi hızla yükselen mor waxy mısırın ülkemizde de talep ve tüketimi hızlı bir şekilde yükselmektedir.

Üreticilerin özel mısır tipleri (patlak mısır, şeker mısır, waxy mısır) hakkında daha detaylı bilgileri edinmeleri özel tip mısırların üretimini arttıracaktır. Ayrıca tüketicilerin de özel mısır mısır tipleri hakkında daha geniş bilgiye sahip olması da, bu ürünlerin daha fazla tüketilmesini arttıracaktır. Ayrıca ülke genelinde özel mısır tiplerinde artan talebi karşılayabilmek için verimli, adaptasyon kabiliyeti yüksek, kaliteli besin değerlerine sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesi ülkemiz için bir ihtiyaçtır.

Ülkemizde her üç özel mısır tipine ait yerli çeşitlerin yetersizliği önemli bir eksikliktir. Bu sebeple ülkemiz özel mısır tiplerinde hem ürün hem de tohum olarak ithalatçı bir ülke konumundadır. Mevcut çeşit eksikliğine rağmen ülkemizde özel mısır tipleri üretimi için yeterli alan ve potansiyel bulunmaktadır. Mevcut potansiyel değerlendirilerek ithalatçı bir ülke konumundan ihracat yapan bir ülke konumuna gelebilmemiz için özel mısır tipleri ıslah ve yetiştirme teknikleri konusundaki çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.



## Kaynaklar

Abdel-Aal, E.S., Hucl, P. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chemistry* 76(3):350–354.

Amnueysit, P., Tatakul, T., Chalermnan, N., Amnueysit, K. (2010). Effects of purple field corn anthocyanins on broiler heart weight. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3: 319-327.

Anonim (2018).  
<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=86> (Erişim Tarihi: 25.10.2018).

Anonymous (2018a). <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6284> . (Erişim tarihi:25.10.2017).

Anonymous (2018b.)  
<http://www.wikizeroo.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvUG9wY29ybg> (Erişim tarihi:25.10.2018).

Başçiftçi Z.B., Alan, Ö., Kınacı E., Kınacı G., Kutlu İ, Sönmez K., Evrenosoğlu Y., (2013). Bazı Şeker Mısır Çeşitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt) Teknolojik ve Kalite Özellikleri, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(2), 84-91.

Brunson, A. M. and Richardson, D. L., (1958). Popcorn, *USDA Farmers' Bulletin* No. 1679

Carter, P.R., Hicks, D.R. Doll, J.D., Schulte, E.E., Schuler, R., Holmes, B., (1989). Popcorn, *Alternative Field Crops Manuel*.

Cengiz, R., Cengiz, B., Esmeray, M., Sezer, C., Akarken, N., Özbey, E., (2015). Waxy Mısır (*Zea mays ceratina*) Çeşitlerinin Geliştirilmesi, 11. Tarla Bitkileri Kongresi Poster Bildiri Kitabı-1: 259-261.

Cevallos-Casals, B.A., Cisneros-Zevallos, L. (2003). Stoichiometric and kinetic studies of phenolic antioxidants from Andean purple corn and red-fleshed sweet potato. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 51:3313–3319.

Chander, S., Meng, Y., Zhang Y, Yan, J., Li, J., (2008). Comparison of nutritional traits variability in selected eighty-seven inbreds from Chinese maize (*Zea mays* L.) germplasm. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 56:6506-6511.

Dickerson G.W., (2003). Specialty corns, [http://aces.nmsu.edu/pubs/\\_h/h-232.pdf](http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-232.pdf), Alıntı tarihi: Ocak 2014.

Erdal Ş., Özata E., Pamukçu M., Savur O., Tezel M., Cenciz R., (2012). Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield in popcorn (*Zea mays everta* L.) hybrids. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25(2): 117-121.

Erdal Ş., Pamukçu M., (2005). Tatlı mısır. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Derim Dergisi*. 22- 2.

Fukamachi, K., Imada, T., Ohshima, Y., Xu, J., Tsuda, H. (2001). Purple corn color suppresses Ras protein level and inhibits 7, 12-dimethylbenz[a]anthracene-induced mammary carcinogenesis in the rat. *Cancer Science*, 99, 1841–1846.

Hagiwara, A., Miyashita, K., Nakanishi, T., Sano, M., Tamano, S., Kadota, T., Koda, T., Nakamura, M., Imaida, K., Ito, N., Shirai, T. (2001). Pronounced inhibition by a natural anthocyanin, purple corn color, of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP)-associated colorectal carcinogenesis in male F344 rats pretreated with 1,2-dimethylhydrazine. *Cancer Letters* 171:17–25.

Hansen, R., (2012). Popcorn Profili, a national information resource for value-added agriculture.

Harakotr, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Scott, M.P., Lertrat, K., (2014). Anthocyanins and antioxidant activity in coloured waxy corn at different maturation stages. *Journal of Functional Foods*. 9: 109-118.

Hu, Q.P., Xu, J.G., (2011). Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 59:2026-2033.

Ji, H.C., Lee, H.B., Takeo, Y. (2010). Major Agricultural Characteristics and Antioxidants Analysis of the New Developed Colored Waxy Corn Hybrids. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 55(1): 55-59.

Jing, P., Giusti, M.M. (2005). Characterization of anthocyanin-rich waste from purple corncobs (*Zea mays* L.) and its application to color milk. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 22:8775-81.

Ketthaisong, D., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Lertrat, K., (2014). Changes in physicochemical properties of waxy corn starches at different stages of harvesting. *Carbohydr Polym*. 98:241-248.

Kim, H.Y. (2010). Identification of the Maize R Gene Component Responsible for the Anthocyanin Biosynthesis of Kernel Pericarp. *Korean Journal of Breeding Science*. 42(1): 50-55.

Kuhn, G.D., (1995). Let's Preserve Sweet Corn. <http://www.wvu.edu/exten/infores/pubs/fypubs/wp392-99.pdf>.

Lertrat, K., Thongnarin, N., (2008). Novel approach to eating quality improvement in local waxy corn: Improvement of sweet taste in local waxy corn variety with mixed kernels from super sweet corn. *Acta Horticulturae*. 769:145-150.

Li, C.Y., Kim, H.W., Won, S.R., Min, K.J., Park, J.Y., Ahn, M.S., Rhee, H.I. (2008). Corn husk as a potential source of anthocyanins. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 56:11413–11416.

Li, J., Kang, M.K., Kim, J.K., Kim, J.L., Kang, S.W., Lim, S.S., Kang, Y.H. (2012). Purple corn anthocyanins retard diabetes-associated glomerulosclerosis in mesangial cells and db/db mice. *European Journal of Nutrition*. 51:961–73.

Lilburn, M. S., (1994). Research Note: The Use of Popcorn in Diets for Growing, Turkeys. *Maize Abstracts*, January 1994, Volume:10, No:1, p.83

Limsitthichaikoon, S., Khampaenjiraroach, B., Saodaeng, K., Rimdusit, T., Thapphasaraphong, S., (2014). Quality evaluation of purple waxy corn cobs for health use. *Journal of Asian Association of Schools of Pharmacy* 3:326-332.

Lopez-Martinez, L.X., Oliart-Ros, R.M., Valerio-Alfaro, G., Lee, C.H., Parkin, K.L., (2009). Garcia HS Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. *LWT-Food Science Technology* 42(6):1187–1192.

Nguyen, V., Cooper, L., Lowndes, J., Melanson, K., Angelopoulos, T.J., Rippe, J.M., Reimers, K., (2012). Popcorn is more satiating than potato chips in normal-weight adults, *Nutrition Journal*, 11-71, 1-6.

Özkan A. (2007). Çukurova koşullarında değişik azot dozu uygulamalarının iki cin mısırı (*Zea mays everta* Sturt.) çeşidinde tane verimi, tarımsal özellikler ve bazı kalite özelliklerine etkisi, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Öztürk A., Sade B., (2014). Cin Mısırın İnsan Beslenmesindeki Önemi, *Harmantime*, 2(20). 80-84.

Si Hwan Ryu, M.S. (2010). Genetic Study of Compositional and Physical Kernel Quality Traits in Diverse Maize (*Zea mays* L.) Germplasm Thesis for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University.

Simla, S., Boontang, S., Harakotr, B., (2016). Anthocyanin content, total phenolic content, and antiradical capacity in different ear components of purple waxy corn at two maturation stages, *Australian Journal of Crops Science*. 10(5):675-682.

Tracy, W. F., Galinat, W. C. (1987). Thickness and cell layer number of the pericarp of sweet corn and some of its relatives, *Horticultural Science*, 22, 645.

Tsuda, T., Horio, F., Osawa, T. (1998). Dietary cyanidin 3-O-beta-D-glucoside increases ex vivo oxidation resistance of serum in rats. *Lipids* 6:583-8.

Tsuda, T., Horio, F., Uchida, K., Aoki, H., Osawa, T.. (2003). Dietary cyanidin 3-O-beta-D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. *Journal of Nutrition* 133:2125–2130.

Tsuda, T., Shiga, K., Ohshima, K., Kawakishi, S., Osawa, T. (1996). Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochemical Pharmacology*. 7:1033-9.

Tuan, P.Q., Hung, N., Long, N.V., Anh, N.T.N., Liet, V.V.. (2016). Evaluation Of Purple Waxy Corn Lines For Hybrid Variety Development. *Vietnam Journal of Agricultural Science* 14(3): 328-337.

Ülger A.C. (1998). Farklı azot dozu ve sıra üzeri mesafelerinin patlak mısırdada (*Zea mays everta* Sturt.) tane verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi; Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13 (1): 155-164.

Yoshimoto, T., Tsutsui, H., Tominaga, K., (1999). IL-18, although anti-allergic when administered with IL-12, stimulates IL-4 and histamine release by basophils. *Proc Natl, Acad. Sci. USA*. 96:13962-13966.

Ziegler K.E., (2001). Specialty Corn, Popcorn, Ed:Halluer A.R. pp:206.

## Derleme

### Endonezya’da Melez Çeltik Yetiştiriciliği: Genel bir Değerlendirme

Achmad Yoazar Perkasa<sup>1,2\*</sup>, Khalid Mahmood Khawar Bhatti<sup>2</sup>, Hakan Ulukan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gunadarma Üniversitesi, Endüstriyel Teknoloji Fakültesi Agroteknoloji Bölümü Depok 16424, Endonezya

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 06110, Dışkapı, Ankara, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: Tel. No. +905515951292 E-posta: perkasa@ankara.edu.tr

Geliş Tarihi:30.04. 2019 / Kabul Tarihi: 27.05.2019

#### Özet

Endonezya, ekvator çizgisi üzerinde, iki kıta ve iki okyanus arasında yer alan bir ülke olup, tropikal deniz iklimine sahiptir. Endonezya’da yağış miktarı ve nem oranı çok yüksektir. Bununla birlikte nemli iklim koşulları ve yüksek yağış miktarı, topraktaki alkaliliğin yıkanmasına neden olur. Bu durum ülkedeki toprakların genel olarak asidik yapıda olmasına yol açar (Endonezya'daki toplam alanın yaklaşık %70'inde pH 5'ten düşüktür). Tropikal bir ülke olan Endonezya'nın florasında oldukça yüksek bir bitkisel biyoçeşitlilik vardır. Nitekim ülkenin önemli besin kaynaklarından olan pirinç ürününü veren çeltik bitkisinde melez çeşitler geliştirilmiş; bunların yüksek verim potansiyeline, güçlü kök sistemine ve daha canlı ve kalın olan salkım sayısı gibi verim öğelerince doğal çeltike göre belirgin şekilde üstünlük taşıdığı görülmüştür. Melez çeltikler, doğalarından % 15 - 20 daha çok verimli olmalarına karşılık, önemli bir kısmı hastalık ve zararlılara karşı daha duyarlıdır. Bu çalışmada Endonezya'daki melez çeltik üretimi ile ilgili çalışmalar irdelenerek, bir sonuca varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çeltik (*Oryza sativa* L.), Endonezya, melez, yetiştiricilik teknikleri, verim ve verim öğeleri

#### Abstract

Indonesia lies on the equator between two continents and two oceans with a tropical climate. The amount of precipitation and humidity in Indonesia is very high. However, wet climatic conditions and high precipitation amount intensively cause alkaline washing on the soil. Consequently, it causes most of the lands in Indonesia to become acidic. Approximately 70% of the total land in Indonesia is acid soils with a pH less than 5. As a tropical country, plants in Indonesia have very high biodiversity. Paddy is an important food product for some people in Indonesia. Hybrid paddy varieties have several advantages over natural rice,

including high yield potential, strong root system, large amounts of grains, and the larger number of thick tillers. Hybrid paddy yields 15-20% more than natural paddy rice, however most of the hybrid paddy released these days is susceptible to pests and diseases, and results are not always desirable. This study reviews hybrid rice production in Indonesia.

**Keywords:** Rice (*Oryza sativa* L.), Indonesia, hybrid rice, growing techniques, yield and yield components

## 1.Giriş

Endonezya'daki melez çeltik araştırmaları 1983 yılında başlamış olup, 1998'den bu yana ülke ekolojisine uyumlu ve yüksek verim potansiyeline sahip (% 15-20 daha yüksek verimli) olan germplasmalara sahip melez çeltik anaçları kullanılarak çalışmalar sürdürülmüş; 2001'den itibaren de heterosisin düzeyini ve bu olgunun genotipteki kararlılığını araştırıp, uygun yetiştirme tekniklerini belirlemek için yerli - yabancı çok sayıda araştırmacı ıslah programlarına katılmıştır. Öte yandan, ilgili anaçların lullanılmasıyla bir dizi melez çeltik çeşidi geliştirilerek bunlara yeni yeni erkek kısır hat adayları ile sürdürücüleri (restorerleri) eklenerek, 2002'de "Maro ve Rokan"; 2004'de "Hipa3 ve Hipa4" ve 2007'de de "Hipa5 Ceva ve Hipa6 Jete" (melez) çeşitleri geliştirilerek üretime sunulmuştur. Yapılan araştırmalarla, bu çeşitlerdeki verimlerin (1.0-1.5 t/ha) en iyi yerli çeşitlerden daha yüksek olduğu saptanmış, ancak 25 melez çeltik çeşidinde bakteriyel yaprak yanıklığına (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) ve/veya zararlılara karşı hala zayıflık olduğu görülmüştür. Ayrıca, BB Padi 2007 tarafından geliştirilen melez çeşitlerdeki heterosis değerlerinde belirgin farklılıklar bulunmuş, öyle ki sırf bundan dolayı uygun olan yerlerde kültüre alınmasının daha uygun olacağı izlenimini edinilmişse de geliştirilen her bir melezin yine bir başka bölgeye özgü olması gerektiği şeklindeki görüş benimenmiş; ilgili taraflarca yapılan katkı ve çalışmaların sonucunda ayrıca IR58025A, IR62829A ve IR68897A çeltik çeşitlerinden yararlanılarak çok sayıda erkek kısır melez hatt üretilmiştir.

## 2. Endonezya'nın Doğası

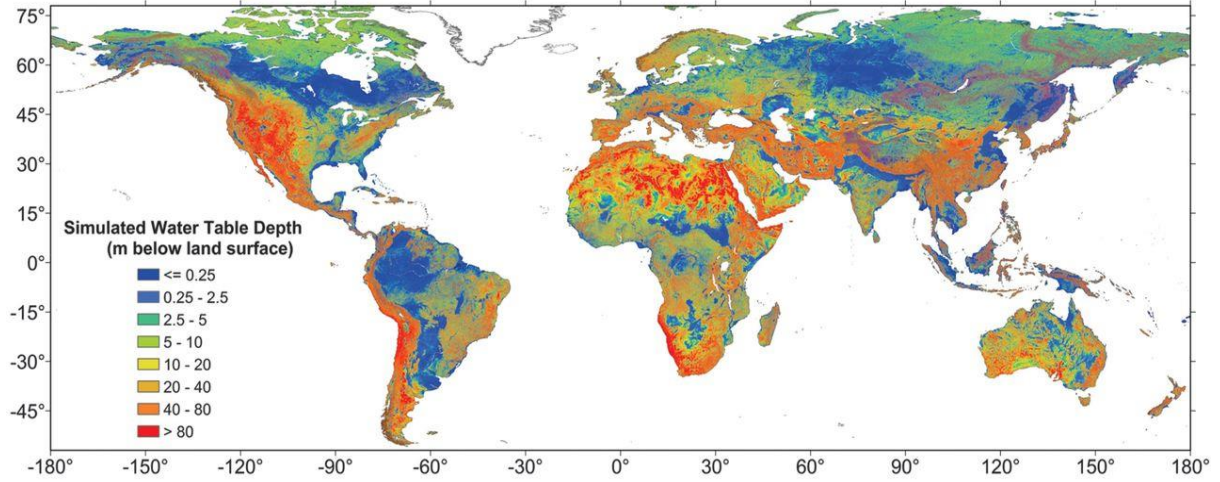
### 2.1 Coğrafyası

Endonezya, yüzölçümü 1.91 milyon km<sup>2</sup> (BPS, 2015) olup, 17504 adadan oluşan, dünyanın en büyük adalar ülkesidir. Coğrafik olarak, ekvator çizgisinde, yani 06° 08' Kuzey ve 11° 15' Güney Enlemler ile 94° 45' ve 141° 05' Doğu Boylamları arasında bulunur (KLH,

2011). Ülkenin enlem konumu tropik bir iklime sahip olmasına; boylam konumu ise üç farklı zaman dilimi olmasına (1. Batı Endonezya Zamanı (UTC +7), 2. Orta Endonezya Zamanı (UTC +8) ve 3. Doğu Endonezya Zamanı (UTC +9) neden olur (KEPPRES RI No. 41/1987). İki kıta (Asya ve Avusturalya) ve iki okyanus (Hint ve Pasifik) arasında yer aldığından son derece zengin ve eşsiz doğal kaynaklar ile biyolojik çeşitliliği sahip olup (KLH, 2011), dünyanın ikinci en zengin flora ve faunası (Brown, 1997) ile denizaltı biyoçeşitliliğini kapsar (Tamindael, 2011). Ayrıca, sahip olduğu kültür çeşitliliği ile büyük zenginlik kaynağı da oluşturur. Öyle ki, ülkede şu anda 300'den çok kabile bulunmakta, lehçeleriyle birlikte toplamda 719 ayrı dil konuşulmaktadır (Lewis vd. 2016). Endonezya; güneyden Hint-Avustralya, kuzeyden Avrasya ve doğudan Pasifik plakalarının birleştiği üç tektonik plakanın birleştiği noktada yer alır. Bu üç plaka hareket ederek birbirleri ile çarpışmakta ve sonucunda bir dizi yanardağ patlaması ile sık sık depremleri beraberinde getirmektedir. Endonezya'da 129'u aktif olan 500'den çok yanardağ bulunmaktadır (BNPB, 2010). Öyle ki bu tektonik hareketler (yani levha hareketleri), Endonezya'da günde ortalama üç kez titreşime, bir kez depreme ve yılda en az bir kez volkanik patlamaya yol açmaktadır (KLH, 2011).

## 2.2 İklimi ve Taban Suyu

Yukarı da değinildiği gibi Endonezya, ekvator çizgisi üzerinde, iki kıta ile iki okyanus arasında yer aldığı için çoğunlukla tropikal deniz iklimine sahiptir. Ülkede iki mevsim (Kurak mevsim (Mayıs–Eylül) ve Yağmur mevsimi (Ekim–Nisan)) bulunmakta; hava sıcaklığı 20–30°C arasında gerçekleşmekte; yağış miktarı yıllık ortalama 2000–3000 mm kadar olmaktadır (Hidayat, 2008). Okyanus ve denizlerle çevrili adalar ülkesi olduğu ve son derece yüksek günlük ortalama hava nemi (%80'den çok) (Pramudi vd. 2013) bulunduğu için genel olarak Endonezya'da suyun kullanılabilirliği (BMKG, 2016); ve paralel olarak da ülke topraklarının hem çoğundaki taban suyu düzeyi de yüksektir. Öyle ki yapılan araştırmalarla yanardağların çevresi ile Avusturalya'ya yakın olan yerlerde taban suyu derinliğinin daha çok olduğu görülmüştür (Fan vd. 2013) (Şekil 1).



Şekil 1. Dünyada taban suyu derinliği haritası (Fan ve ark., 2013)

### 2.3 Asidik Topraklar

Endonezyanın toprak yapısını başlıca 10 toprak takımı oluşturur (Şekil 2). Bunlar: Histosollar, Entisollar, Inceptisollar, Alifisollar, Mollisollar, Vertisollar, Ultisollar, Oksisollar, Andisollar ve Spodosollardır. Islak (Nemli) iklim koşulları ve aşırı yağış miktarı, topraktaki alkaliliğin hızla alt katlara doğru yıkanmasına neden olur. Yukarıda belirtildiği gibi toprağa katılan pozitif yüklü hidrojen iyonlarının çokluğundan dolayı (diğer bir deyişle aşırı yağıştan dolayı) Endonezya'daki toprakların çoğu asidik yapıda olur öyle ki bu değer toplam alanın %70'i kadardır. Histosollar, Entisollar, İnseptisollar, Oksisollar, Ultisollar ve Spodosollar şeklinde belirtilebilecek olan bu toprak takımlarında (Mulyani vd. 2010) pH=5'ten düşüktür, yani asidiktir.



Şekil 2. Endonezya toprak serisi haritası (Sarwani ve ark. 2012)



### 3. Endonezya'da Hibrit Çeltik Yetiştiriciliği

#### 3.1 Endonezya'da Melez Çeltik Yetiştiriciliği Gelişimi

Endonezya'da melez çeltiğin araştırılması ve geliştirilmesi, 1983'ten bu yana, Uluslararası Çeltik Araştırma Enstitüsü (IRRI) ve Çin'deki Melez Çeltik Araştırma Enstitüleri (CHRI) işbirliğiyle başlamıştır. Bununla birlikte, Endonezya'da bir araya getirilmiş melez çeltik çeşitleri hastalık ve zararlılara karşı hasastır. 2000 yılında, bazı Çinli özel şirketler geliştirdikleri melez çeltik çeşitlerini Endonezya'da üretime sunmuşlar, ancak söz konusu zayıflıklarından dolayı bekleneni verememişler; ancak, ulusal ölçekte yürütülen çalışmaların sonucunda ve 2007'den başlayarak çeşitli özel melez çeltik tohum üreticilerince tropiklere uyum yapmış (melez) çeşitler, Endonezya'da sunulmuş ve 2013 yılına kadar melez çeltik ekim alanı yaklaşık olarak 658.000 ha'a ulaşmıştır (Ditjentan, 2014).

Endonezya devleti, melez çeltik gelişimini hızlandıran çeşitli programlar uygulamış; bu kapsamda kök zararlıları, Bakteriyel Yaprak Yanıklığı (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*), Bakteriyel Yaprak Çizgi hastalığı (*Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzicola*) gibi canlı stres koşullarına karşı daha dayanıklı genotiplerin geliştirilmesi için yoğun araştırmalar yürütülerek bu bakımdan ümitvar ilerlemeler sağlanmıştır (BB Padi, 2015).

Endonezya'da melez çeltik geliştirmedeki ana problem, hala yüksek verime sahip melez çeşitlerin geliştirilmesi ve devlet tarafından bu sisteme sağlanan desteğin azlığıdır. Öte yandan, bu tip çeşitler genelde çeşitli zararlılara ve hastalıklara karşı duyarlıdır ve bazılarında kalite düşüktür, verimleri fazla değildir, ayrıca üreticiler melez çeltik yetiştiriciliği konusunda yeteri bilgiye sahip değildir (Puslitbangtan, 2008).

IRRI (2010), 2010 yılında Endonezya'da kişi başına düşen çeltik tüketiminin kişi başına 139 kg/yıl dolayında olduğunu belirterek, bu rakamın şu anda dünyanın en yüksek değerlerinden olduğu kaydedilmekte, ayrıca, önümüzdeki 25 yılda ülkenin % 38'den daha çok çeltiğe gereksinmesinin olacağı; pirinçe olan istemin (talebinin) artmasıyla birlikte, ortalama verim düzeyinin (4.6 t/ha), nüfusun besin gereksinmesini karşılayabilmek için bu değerlerin 6 t/ha'a çıkarılmasının gerektiği ifade edilmiştir.

#### 3.2 Bitkide Büyüme ve Fenoloji

Çeltik (*Oryza sativa* L.), alt ailesi Oryzoidae olup, kendine döllen bitkidir ve *Gramineae* (ya da *Poaceae*) familyasındadır (Yoshida, 1981). Sap şekli yuvarlak, içi boş ve geniştir; her bir kardeş, yüksek başaklanma potansiyeline sahiptir (Virmani ve Sharma, 1993). Tohumun olgunlaşması; öncelikle süt benzeri bir sıvının dolması ile ardından, bu süt benzeri

sıvının olgunlaşma aşaması nişasta birikimi şeklinde olur (Yoshida, 1981). Melez çeltik tohumu üretiminin başarısını ise bitkideki çiçek yapısı, anaçlar arasında melezleme için gerekli olan çiçeklenme senkronizasyonu, çiçek tozunun (polenin) babadan (restorer) ana anaca sitoplazmik kısırılık (CMS) taşıyan genotiplerin melezlemeyle aktarılması, uygulanan teknikler, ekolojik faktörler vb. belirler (Widyastuti vd. 2007). Çeltik bitkilerinin büyümesi, özellikle çiçeklenmede, büyük ölçüde hava sıcaklığıyla ilgilidir. Bitkilerin çiçeklenmesi ekolojik faktörlerden son derece etkilenir. Qadir (2012) 'e göre, Çeltik bitkisinde büyümeyi etkileyen tarımsal ekolojik unsurların başında hava sıcaklığı, nem, hava hareketleri gibi parametrelerin yanısıra güneşlenme miktarı da gelmektedir. Öte yandan sıcaklığın bitki gelişim aşamalarına ve zamana bağlı etkisini (fenolojisini) açıklamak için kullanılan bir termal birimdir olup, ayrıca etkili olan bir ısı faktörü olarak da algılanabilir. Bu kavramda sadece çeltik gibi nötr gün bitkiler (gün uzunluğuna tepki vermeyen) için geçerlidir (Handoko, 1994).

Isı birimleri, çevre sıcaklığıyla ilgili bitkilerin büyüme ve gelişme oranlarını tahminlemek için çeşitli klimatoloji ve agronomik yaklaşımlar ve modellemeler geliştirilmiş olup, bunun nedeni, çeltik bitkisinin büyüme ve gelişmesindeki her aşamasında güneş radyasyonu gereksinmesinin değişmesidir. Vejetatif devrede, güneş ışınları yoğunluğunun bitkinin büyümesine çok etkisi olmayıp, bu etki generatif dönemde daha belirgin hale gelir. Yine, Endonezya koşullarında ve çeltikte tohumu verimi bakımından yüksek değerlere ulaşmak isteniyorsa oransal hava neminin çiçeklenmede % 50-60 arasında değişmesi, maksimum sıcaklığın 28-30 °C ve minimum sıcaklığın 21-22 °C arasında olmasına, rüzgâr hızının da saatte 2,5-1,0 m üzerinde olmasına özen gösterilmelidir (Mao ve Virmani, 2003).

### 3.3 Çeltik Ekimi

Çeltik (*Oryza sativa* L.) tek yıllık bir tahıldır. Tarımı, kuru veya sulu koşullar ile ya da bataklık alanlarda yapılmaktadır. Yayla çeltikleri kuru topraklara; sulak alan çeltiği ve bataklık çeltiği ise her zaman su altında kalan topraklara ekilir. Endonezya'da çeltik yetiştiriciliği teknolojisi, kuru çeltik yetiştiriciliği ve bataklık çeltiğinden daha ileri düzeydedir. 2011 yılının istatistiklerine göre Endonezya'da 13.20 milyon ha'ın üzerinde çeltik yetiştirilmektedir. Yine istatistik verilere göre, yılda 65,75 milyon t ürün üretilmekte ve 49.80 milyon t ha<sup>-1</sup> verim elde edilmektedir. Sulaya ekim; kuruya ve bataklığa olandan hem daha geniş alana ve hem de verim olarak daha yüksek değere sahiptir (Sırasıyla, 4.50 tha<sup>-1</sup> ve 2.57 tha<sup>-1</sup>) (BPS Padi, 2012). Endonezyada çeltik yetiştiriciliği sıcak ve çok fazla nemli bölgelerde

yapılmaktadır. Çeltik bitkileri yetiştirmek için en iyi (optimum) sıcaklık 23°C olup, büyümesi için iyi toprak, yeterince suyu bünyesinde tutan kum, toz ve kil karışımıdır. Çeltik, üst tabakanın kalınlığı 18-22 cm ve pH= 4-7 arasında olan topraklarda iyi gelişir (Purwono ve Purnamawati, 2009). Beklentiler doğrultusunda sonuçlar elde etmek için iyi bir tarım tekniği uygulanmalı; özellikle üretime olumsuz etkide bulunan hastalık ve zararlılardan korunup, hasat ve harman kayıplarını en aza indirecek bilgi ve beceri ile birim alandan olabildiğince çok kuru madde kaldırabilmeye özen göstermelidir.

### **3.4 Melez Çeltik**

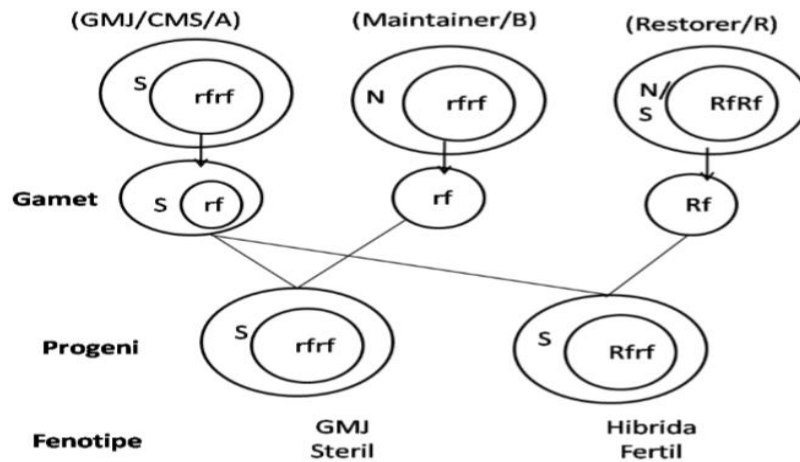
Yukarıda da değinildiği gibi çeltik kendine döllen bir bitki olsa da açık bir ortamda ve uygun hava koşullarında kalırsa, tavada birbirine yakın olarak dikilmiş 2 farklı çeşit arasında çiçek tozu (polen) değişimi olabilir (Siregar, 1981). Melezleme ile tüketici ve üretici istekleri doğrultusunda ve bir çeşitte, iki farklı çeşide ait özelliklerin birleştirilmesidir (Siregar, 1981). Suprihatno (1993), melez çeltiğin ana bileşenlerinin: (a) etkili erkek kısır sistemleri olan erkek kısır çeşitler/türler olduğunu, (b) koruyucu hatlar/koruyucular, yani erkek kısır hatlarını özelliklerini değiştirmeden koruyabilen hatlar (c) restorasyon / restorasyon hatları, yani erkek kısır hatlarının verimliliğini geri kazandıran ve ana çeşitlerden daha fazla üretkenlik sağlayabilenler olarak bildirmiştir. Melez çeltik tohumları elde etmek için, erkek kısır hatlarının sağlanması ya da çoğaltılması ve melez çeltik tohumlarının çoğaltılması olmak üzere iki aşamada olur. Erkek kısır çeltik fidelerinin çoğaltılmasında kullanılan materyaller; erkek kısır hatları ve sürdürücü (maintainer), melez çeltik tohumunun çoğaltılabilmesi için erkek kısır ve restorer hatlardır. Rothschild (1998), Çin'de ve 1970'lerde melez çeltik kullanımının verim düzeyini % 15-20 arttırdığını belirtermekte; Paroda (1998), melez çeltik ile elde edilen sonuçların, klasik çeltik çeşitlerinkinden belirgin olarak yüksektir olduğunu; Pingali vd. (1998), melez çeltik kullanımının, klasik çeltiğe göre verimliliği 1 t/ha kadar artırabileceğini öne sürmüşlerdir. Heriyanto vd. (2007), üreticilere yıllardır sürdürmekte oldukları alışkanlıklarını ve kültürlerini değiştirmelerinin zorluğundan dolayı melez çeltik tohumları kullanmaların hiç kolay olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların da saptadığı gibi gerçekten Endonezya koşullarında melez çeltik verimi yüksektir, ancak bu tip üretimin ekiminden toplanmasına kadar yapılacak düzenli bakıma gerek vardır. Ayrıca, bu melez çeltik çeşitlerinde hala bazı hastalık (ve zararlılara) karşı dayanıklılık yeterli değildir ve heterosis olgusu da henüz istenilen düzeyde değildir.

### **3.5 Melez Çeltik Tohumluğu Üretimi**

Melez çeltik, homozigot çeşitler arasındaki melezleme ile (a) iki ya da daha çok saf hattı, (b) bir saf hattı çeşitlerle ya da (c) iki çeşit veya tür elde edilir (Mugnişjah ve Setiawan, 1990). Endonezya'da yetiştirilen melez çeltik çeşitleri genellikle üç hatlı bir sistem, yani erkek kısır/sitoplazmik erkek kısır (CMS)/A, sürdürücü ve koruyucu hatları ile (R) Onarıcı hatlar kullanılarak geliştirilir. Melez çeltik tohumları; C hatlarının, R hatları ile melezlenmesi sonucu üretilir. CMS hatları ise, Sitoplazmik Erkek Kısır (CMS) hatlarının B ile çaprazlanmasından üretilir. Ek olarak, melez çeltik tohumu üretiminde en etkili faktör, eşit olmayan dişi büyüklere sahip erkek progenitorların çiçeklenme zamanıdır. Çiçeklenme eş zamanlılığı genetik faktörlerden, çevre ve yetiştirme tekniklerinden etkilenir (Virmani ve Sharma, 1993).

### 3.6 Erkek Kısır Hatlar

Şekil 3'de özetlendiği gibi, üç hatlı bir melez sistem şeması kullanılmıştır. Buna göre çalışmada a) Sitoplazmik kısır (GMJ/CMS) (A) b) Sürdürücü (maintainer) (B) ve C) Onarıcı (R) olmak üzere üç ayrı hat kullanılır. Bunlardan a) Sitoplazmik erkek kısırlar; sitoplazmik kısırlığı (S'yi) kontrol edip, çekirdek genleri resesif (rfrf) olup, tamamen normal bitkilerdir. (Oysaki erkek kısır hatlar her zaman koruyucu ya da sürdürücü (maintainer) denilen bir diğer anaç ya da hatla melezlenerek çoğaltılır). B) Sürdürücü (maintainer) anaç ya da hat, CMS ile aynı genotipte fakat ancak normal sitoplazmalı (N)'dir. C) Onarıcı (R). Sitoplazmik-genetik erkek kısırlıktan yararlanılarak melez çeltiğin geliştirilmesinde, normal/dominant çekirdek genlerini (RfRf) bulunduran çiçek tozlarının (onarıcı/R) bu özelliklerini geri kazandıran anaçlardan yararlanılarak (Satoto vd. 2010)'a göre melez çeltik tohumlar üretilir (Şekil 3).



Şekil 3. Sitoplazmik erkek kısır sistemin şematik gösterimi (Kaynak: Satoto vd. 2010).

#### **4. Endonezya'da Melez Çeltik Gelişiminden Beklentiler**

##### **4.1 Gelişme Potansiyeli**

Satoto ve ark. (2009), melez çeltiğin, uygun yetiştirme tekniklerinde, var olanlardan daha yüksek verim potansiyeline sahip olduğunu belirtmektedir. Melez çeşitlerin (Maro ve Rokan), verimleri sırasıyla, ortalama 9.05 t/ha ve 8.87 t/ha iken, bu değer Fatmawati'de 8.35-8.0 t/ha'dan daha düşük olmuştur. Aynı araştırmacılar, melez çeltiğin, iyi sulama ve drenaj sistemlerine, orta-az dokulu topraklar ile ileri düzey yetiştiricilik yapan, yeni teknolojilere açık olacağını ve düşük rakımlı (yükseklikli) yerlerde başarıyla yetiştirilebileceğini belirtmişlerdir. Las vd. (2003), melez çeltik çeşitlerinde (Rokan ve Maro'nun anaç olduğu melezlemelerde) % 8-16 daha çok verimin olduğu bildirilmiş; hem Endonezya koşullarında ve hem de ülke dışında yürütülen bilimsel çalışmalarda benzeri durum gözlenerek verim potansiyelindeki yükseklik % 10-25 olarak verilmiş (BB Padi, 2007); Samaullah (2006) çalışmasında, Maro ve Rokan çeşitlerini çeşitli lokasyonlarda denmeye alarak, bu bakımdan melez çeltik teknolojisi potansiyelinin büyük önem taşıdığını ve bu çeşitlerin, IR 64'den % 10-30 daha fazla üretim potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir. Virmani ve Khumar, (2004) 'e göre, melez çeltiğin potansiyel olarak yararları, artan üretimiyle sınırlı olmayıp, verimdeki artışın üreticisine daha yüksek getiri ve gıda güvenliği sağlaması bakımından son derece önemli olduğunu bildirmektedir.

Endonezya'daki çiftçiler için melez çeltiğin varlığı görece olarak yeni sayılabileceği gibi Rogersa (2003)'e göre de tarımsal anlamda “*yenilik ya da inovasyon*” olarak değerlendirilebilir. Diğer bir deyişle, eğer üreticiler, melez çeltiği daha önce yetiştirdikleri çeşitlere göre hem fizyolojik hem de ekonomik olarak üstün olduğuna inanırlarsa, kabul ederler zira bu benimsenme sürecinde hem yazılı ve hem de görsel basın ile sosyal medyanın büyük önemi vardır. BB Padi (2007), melez çeltik gelişimindeki başarı ya da başarısızlığı oluşturan koşulları; a) uygun çeşitler, b) tohumluk kalitesi, c) kullanılan yetiştiricilik teknikleri, d) tavalanın çeltik yetiştiriciliği için uygunluğu (eğim, vb.) ile e) çiftçilerin teknoloji kullanımına olan yatkınlığı şeklinde belirtilmektedir. Temel olarak, melez çeltik yetiştirme tekniği, kuruya yapılan çeltik ekimi ile benzerlik göstermekte olup, bu nedenle, teknik olarak çeltik tarımına alışkın olan çiftçilerin melez çeltik yetiştiriciliğinde herhangi bir sorunu yaşamayacakları açıktır. Melez çeltiğin gelişmesini desteklemek için Endonezya BB Padi (2007), özellikle Java ve Bali adaları başta olmak üzere, “Melez Çeltik Geliştirme

Potansiyel Alanları Haritası” dâhil olmak üzere hazırlanan “Saha Teknik Klavuzu” yayınlamıştır. Yapılan analizlere göre, melez çeltik yetiştiriciliği açısından Batı, Orta ve Doğu Java’nın gelişme potansiyeline sahip oldukları; bunlardan her birisinin kurak mevsim için 8, 8 ve 7; yağışlı mevsimde ise bu sayıların değişerek 7, 10 ve 7 ilçe şeklinde gerçekleşeceği anlaşılmıştır. Yine, istatistiklere göre, her ildeki toplam ekim alan yağışlı mevsim için sırasıyla 690,924 ha, 445,428 ha ve 516,957 ha iken, kurak mevsim için de sırasıyla 75,303 ha, 342,241 ve 517,416 ha olmuştur. Melez çeltiğin üstünlükleri olduğu gibi sınırlılıkları olup, hem devlet hem de özel araştırma kurumları dezavantajları en aza indirmek için yoğun araştırmalar yapmaya devam ederken, diğer yandan da nitelikli melez çeltik tohumlarının elde edilmesi için çaba harcanmaktadır (BB Padi, 2007). Buna göre, melez çeltiği bazı üstünlük ve sınırlılıkları Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Melez çeltiğin bazı üstünlük ve dezavantajları

Üstünlükleri	Dezavantajları
Yüksek verim	Tohumluk fiyatının yüksek oluşu
Yabancı otlara karşı daha yarışmacı	Her yıl tohumluk yenileme zorunluluğu
Daha geniş köklenme ve fotosentetik aktivite, düşük solunum yoğunluğu ve daha yüksek kuru madde taşıması	Tohumluk üretim sürecinin oldukça karmaşık oluşu
Daha güçlü kökler, yüksek 1000 tohum ağırlığı	Özel ekim tekniği kullanmanın gerekliliği

Çizelge 1’den de görüleceği üzere melez çeltik; fizyolojik, morfolojik, vigor ve verimlilik bakımından üstündür. Melez çeltiğin zayıflığı sadece teknik ve agronomik açıdan değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik problemlerle de ilgilidir. Tohum fiyatının pahalı oluşu önemli bir zayıflıktır ve üreticilere bu süreçte negatif etkide bulunabilir. Bu sorunu aşmak ise ancak, daha çok tohum elde etmek, diğer bir deyişle tohum verimini artırmak şeklinde sağlanabilir. Benzer şekilde, üreticilerin melez çeltik tarımına yönelmeleri için bu genotiplerin kullanılması özendirilmeli ve gerekli teknik ve sosyo-ekonomik önlemler, zamanında-yeterince ve uygun şekilde alınmalıdır.

#### 4.2 Melez Çeltik Endüstrisinin Gelişimi

Çeltik ıslah programı kapsamında, BB Padi, BB Biogen, Tahıl ve Tohum Dairesi gibi çeşitli kamu kurum ve kuruluşları ile melez çeltik teknolojisinin geliştirilmesinde yer alacak özel şirketlerin motive edilmesi gerekmektedir. Bugüne kadar, BB Padi tarafından yayımlanan 6'sı Kamu'ya ve 25'i Özel Şirketlere ait olmak üzere toplamda 31 melez çeşit bulunmaktadır. (Çizelge 2).

Ülkede, melez çeltikle ilgili çalışmalar hala beklendiği düzeyde değildir. Bu bakımdan darboğazların önde gelenleri genotipik varyasyondaki darlık, melezlerdeki zararlı ve hastalıklara karşı istenmeyen duyarlılık ile melezlerdeki heterosisin belirgin şekilde dengesinin bulunmaması, tüm bu ve benzeri nedenlerden dolayı ekim alanının sınırlı kalmış olmasıdır. Endonezya ekolojisine daha iyi uyum sağlamış ve önemli hastalık ve zararlılarına karşı dayanıklı melez çeltik çeşitlerini, bunlara uygun yetiştirme teknikleri ve tohum üretim tekniklerini geliştirmek için agronomik araştırma ve hastalık zararlıları ile eş zamanlı olarak sürdürülmeye devam etmektedir.

**Çizelge 2.** Endonezya'da piyasadaki melez çeltik çeşitleri

Melez	Üreticisi	Tescil yılı
Intani 1	PT BISI-(Ö)	2001
Intani 2	“	“
Miki 1	PT Kondo-(Ö)	“
Miki 2	“	“
Miki 3	“	“
Maro	Balitpa-(K)	2002
Rokan	“	“
Longping Pusaka 1	PT Bangun Pusaka-(Ö)	“
Longping Pusaka 2	“	“
Hibrindo R1	PT Bayer Crop Science-(Ö)	2003
Hibrindo R2	“	“
Batang Kampar	PT KNB Mandiri-(Ö)	“
Batang Samo	“	“
Hipa 3	Balitpa-(K)	2004
Hipa 4	“	“
Manis 4	PT Kondo-(Ö)	“
Manis 5	“	“

Segara Anak	PT Makmur Sejahtera-(Ö)	2005
Brang Biji	“	“
Adirasa 1	PT Triusaha Saritani-(Ö)	“
Adirasa 64	“	“
PP 1	PT Dupont-(Ö)	“
PP 2	“	“
Bernas Super	PT SAS-(Ö)	2006
Bernas Prima	“	“
SL-8-SHS	SL Agritech-(Ö)	“
SL-11-SHS	“	“
Mapan P-02	PT Primasid-(Ö)	“
Mapan P-05	“	“
Hipa5 Ceva	BB Padi-(K)	2007
Hipa6 Jete	“	“

Ö: Özel, K: Kamu



Şekil 4. Hipa-3 ve Hipa-4 Çeşitleri

### 4.3 Piyasaya Sürülen Melez Çeltik Çeşitleri

Endonezyada ve 2002-2003 yılları arasında uygulanan “Entegre Çeltik Verimliliği” programı ile 13 ilçede melez çeltik ekiliş alanı genişlemiş; buralarda yetiştirilen çeltiklerdeki verim düzeyi % 16 artışla ortalama 7.35-9 t/ha olmuş ise de özellikle zararlıların ve uygulanan hatalı üretim tekniklerinin etkisiyle bazı yerlerde verimlilikte düşmeler olmuştur. Maro ve Rokan melez çeltik çeşitleri uygun koşullarda IR 64’den daha yüksek (1.0-1.5 t/ha) ürün alınmıştır. Neredeyse iki melezinde test edildiği tüm lokasyonlarda, kontrol çeşitlerinden daha yüksek verim alınabilmektedir (Çizelge 3). Bali’de yağışın bol olduğu yetiştirme



döneminde (2005/2006) Maro ve Rokan melez çeltiğinin ortalama verimi IR 64'e göre sırasıyla 1.7-2.10 t/ha ve % 29.0-34.1 t/ha olarak alınmış; aynı şekilde Cimelati, Ciherang çeşitlerinde ve farklı lokasyonlarda yüksek verim elde edilmiştir.

**Çizelge 3.** Maro ve Rokan Bölgelerinde ortalama çeltik verimi (t/ha) ve (%) heterosis değerleri

Bölge	Mevsim-Yıl	Melez	Aralık (cm)	Verim (t/ha)	Kontrol	Heterosis (%)
Subang	K- 2002	M	25 × 25	7,20	Ciherang	2,8
		R		7,90		12,8
Majalengka	Y-2002/2003	M	25 × 25	8,30	-	-
	K- 2003	M		6,80		
Sragen	K- 2002	M	-	7,83	-	-
		R		9,57		
Cilacap	K- 2002	R	-	6,05	-	-
Bojonegoro	K- 2002	R	-	7,52	Way Apo Buru	7,3
	Y- 2002/2003	M		8,90	Ciherang	22,0
	K- 2003	M		8,40		8,4
Blitar	K- 2002	R	-	11,06	Ciherang	15,7
		M		10,30		15,7
	Y- 2002/2003	R		9,40		5,6
Asahan	K- 2002	M	20 × 20	6,08	Ciherang	21,6
		M		6,89		9,0
Simalungun	K- 2002	M	20 × 20	5,04	IR 64	-5,3
		R		6,27		17
Tanah Datar	K- 12002	M	22,5 × 22,5	5,60	Cisokan	1,0
		R		5,52		0
Lampung Selatan	K- 12002	M	22 × 22	7,30	IR 64	32
		R		7,40		34

	K- 112002	M	22 × 22	7,48	Cihorang	46
		R		6,27		22
Gowa	K- 2002	M	20 × 20	7,09	Ciliwung	8,0
		R		7,53		15
	Y- 2002/2003	M		8,32	-	-
Maros	K- 2002	M	20 × 20	9,80	Ciliwung	33
		R		9,20		25
	Y- 2002/2003	M		7,73	-	39
Pontianak	K- 2002	M	20 × 20	5,30	Cihorang	-10
		R		5,60		-5,0
	Y- 2002/2003	M		6,63	IR 64	10
Musirawas	K- 2002	M	20 × 20	6,34	Cihorang	8,0
		R		7,30		25
	Y- 2002/2003	M	20 × 20	6,08	Cihorang	2,0
		R		6,22		4,0

K: Kuru, Y: yağışlı, M: Maro, R: Rokan (Kaynak: Puslitbangtan (2003))



Şekil 5. Rokan ve Maro Çeşitleri

Çizelge 4. Ticari çeşitler ile geliştirilen yeni melez çeşitlerin kuru mevsimde IR 64 ile verimlerinin karşılaştırması (Tabanan Bali bölgesinde (İl), 2005)

Çeşitler	Verim Düzeyi (t/ha)	IR 64'e göre (%)
IR 64	6,1	-
Kalimas	7,1	+ 16
Memberamo	7,2	+ 18
Way Apoburu	7,2	+ 18
Situ Bagendit	7,6	+ 25
Maro	8,0	+ 31

Rokan	8,3	+ 36
Hipa3	8,1	+ 33
Batutegi	7,2	+ 18

(Kaynak: Satoto ve Suprihatno, 2008)

**Çizelge 5.** Doğu Sulawesi İl’de ekilen melez çeltik çeşitleri ile IR 64’ün karşılaştırmalı verimleri (Takalar bölgesinde, 2004)

Çeşitleri	Verim (t/ha)	IR 64 (%) ile karşılaştırma
IR 64	6,78	-
Ciherang	7,80	15
Memberamo	7,52	11
Way Apoburu	6,69	3
Bondoyudo	7,96	17
Tukad Balian	6,84	1
VUH Maro	9,05	33
VUH Rokan	8,87	31
Sintanur	7,55	11

(Kaynak: Satoto ve Suprihatno, 2008)

**Çizelge 6.** İki hibrit çeltik çeşidinin çeltik verimi ve kalitesi ile laboratuvar ölçeğinde yapılan testlerde IR64 karşılaştırma çeşitleri

Kalite bileşeni	Rokan	Maro	IR64
Kırık tenli pirinç verimi (%)	80,3	73,8	76,8
Öğütülmüş pirinç verimi (%)	69,1	61,8	66,8
Tam Pirinç (%)	67	64	76
Şekil	İnce	İnce	İnce
Uzun	Uzun	Uzun	Uzun
Kireçleme	Orta	Orta	Orta
Amiloz Oranı (%)	23,1	22,8	22,9
Pirinç Dokusu	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak

(Kaynak: Puslitbangtan (2003))

**Çizelge 7.** Endonezya’da altı steril erkek hatları geliştirme

Hatlar	Çiçek Yaşı	Bitki Yüksekliği	Tillers	Açıklama
IR58025A	91	92	17	Aroma

IR62829A	85	88	20	Bilmemektedir
IR68885A	84	89	17	Bilmemektedir
IR68886A	76	86	16	Bilmemektedir
IR68888A	83	88	17	Bilmemektedir
IR68897A	81	89	17	Aroma

(Kaynak: Puslitbangtan (2003))



Şekil 6. Altı steril erkek hatlar taneleri ve hibrit çeltik tohum örnekleri

#### 4.4 Değişime İtirazlar

Melez çeltik gelişimi, bir dizi kısıtlamaların yanı sıra bazı olumlu noktalara da sahiptir. Bunlardan melez çeltikler ile IR 64, Ciherang, Way Opu Boru'dan % 10-25 daha çok verim düzeyine sahiptirler (Satoto vd. 2009). Bununla birlikte, bu potansiyeli yakalayabilmek her zaman kolay olmadığı gibi melez çeltik yetiştiriciliği uygun bir çevre ve doğru yetiştiricilik tekniklerini kullanmayı gerekli kılar. Ayrıca bu bakımdan (yani melez çeltik yetiştiriciliğinde) önemli olan bir diğer uygulama ise her zaman yüksek verim potansiyeline F<sub>1</sub> tohumlarının ekilmesi zorunluluğudur. Eğer bu yöntem kullanılmazsa hem izlenen material ve metot yanlış olacak ve istenileni vermeyecek ve hem de yetersiz pazarlama-depolama-finansman gibi politikaların kullanılması istenmeyen olumsuzluklara yol açabilecektir.

Satoto ve Suprihatno (2008) göre, Endonezya'daki melez üstün çeltik çeşitlerinin geliştirilmesindeki genel olarak sorunlar şunlardır: (1) Üretici tarafından üretilen tohumluk miktarı yetersiz olduğu gibi verim düzeyi de 1 t/ha dolayındadır, (2) piyasaya sürülen melez

çeltik çeşitleri genellikle kahverengi bakteriyel yaprak yanıklığı (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*)'na karşı duyarlıdır, (3) bazı melez çeltik çeşitleri, ticari olan en iyi çeltik çeşitlerine göre düşük kalitelidir, (4) melezlerin uygun olmayan ekim yönetimleri kullanılarak yetiştirilmesi sonucu istenilen verim düzeyine ulaşamamıştır, (5) miktar olarak saf melez ebeveynler ile F<sub>1</sub> tohumu varlığı üretimi için son derece yetersiz kalmaktadır, (6) Standart düzeyde ve kararlı bir verim alınamamdığı gibi tohumluk fiyatları yüksektir, (7) üreticiler kendi tohumlarını kullanma alışkanlığındadırlar, (8) hedeflenen üretim alanı için yanlış planlamalar yapılmış ve (9) kamu ile özel sektörler arasında bu bakımdan olan işbirlikleri yetersizdir.

Samauallah vd. (2006) göre, Endonezya'da melez çeltik gelişimini önleyen ana neden bu konudaki “tohumluk üretimi”dir. Maro ve Rokan melez çeltik çeşitleri örneğinde olduğu gibi üretim hakkı lisansı, özel sektöre devredildiğinde çeşitlere ait tohumların doğru şekilde üretilmediği görülmüştür. Satoto ve ark. (2009) ise konuya daha farklı bakmakta, kimi melez çeltik çeşitlerindeki asıl kısıtlamaların yine bazı önemli hastalık ve zararlılara karşı duyarlılık ile kimi üretim alanlarındaki üreticilerin melez çeltik yetiştiriciliğine büyük ilgi duymasına rağmen, tohumluğunun elde edilmesindeki zorluğun bu bakımdan önemli bir engel olduğunu ifade etmektedirler. Daha karmaşık ve güç olan çeltik “tohumluğu” üretimi, özellikle de kaliteli tohumluk üretimi, Endonezya çeltik tarımı için hala önemli ve büyük bir sorundur. Bu sorunu gidermek amacıyla IRRI gibi uluslararası araştırma kurumları, Melez Tohum Üretimi için Teknik Kılavuzlar yayınlamıştır (Virmani ve Sharma, 1998; Virmani vd. 1999). Ancak, karşılaşılan sorunlar ve elde edilen tüm bilgi ve bulgular standart prosedürler dahilinde, ve Endonezyanın çevre koşullarına uygunluğu açısından değerlendirilmelidir. Bu bakımdan Tarım Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Ajansı tarafından da Melez Çeltik Yetiştiriciliği Teknik Yönergeleri hazırlamıştır (BB Padi, 2007). Benzer şekilde, Sumarno (2007)'ye göre melez çeltik teknolojisinin benimsenmesinin önündeki engeller şunlardır: (a) melez tohumların fiyatı, evcil hayvanlardan sekiz kat daha pahalıdır, c) zararlı ve hastalıklara karşı duyarlıdır, (d) tohumluklarının miktarı yetersizdir, (e) üreticiler melez çeltik çeşitleri yetiştiriciliğine yabancıdırlar.

Supriyadi vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise bazı bölgelerde, çiftçiler melez çeltik çeşitlerinin ekimi konusunda isteksiz olduklarını saptanmış; bunun nedeninin kimi bölgelerde amaca uygun olmayan melez çeltik programlarının uygulamaya konulmasından dolayı olduğu anlaşılmıştır. Ruskandar (2010), Batı ve Orta Java'daki araştırmasında, melez

çeltik yetiştiriciliği yapılmamasının temel nedeni olarak üreticilerin bu bakımdan yeterince ikna olmayışlarını ve zararlılara karşı duyarlılıkla, öğütme kalitesindeki düşüklük gibi pek çok olumsuzluğun etkili olduğunu bildirmektedir. Ruskandar (2010), yüksek verimli tohumluk üretim teknolojilerine sahip olarak üretilmiş, zararlılara karşı dayanıklı ve üretim politikalarını destekleyen melez çeşitler olmaksızın, Endonezya'da melez çeltik üretimini geliştirilmenin zor olacağını belirtmiştir. Benzer şekilde, Ruskandar (2010), ayrıca üretim teknolojisinin doğru kullanılmasının, melez tohum üretimi için kaçınılmaz olduğunu; bir çok üreticinin çeşitlerdeki optimum gelişmenin sağlanamayacağına dair kuşkularından dolayı bu tip üretime girmediklerini ve girseler dahai sürdüremeyeceklerini söylemişlerdir. Samaullah vd. (2006), Maro ve Rokan melez çeltik çeşitlerindeki ortalama üretim artışının (% 1030), (IR 64)'den belirgin şekilde yüksek olduğunu kaydetmiş ancak kaliteli melez tohumluk üretimindeki deneyim eksikliği ve üçüncü şahıslara (tohum üreticileri) teknoloji aktarım sürecindeki başarısızlık gibi nedenlerden dolayı ertesi yıl aynı verilerin alınamayabileceğine dikkati çekmişlerdir.

Ullych (2012), 'ye göre Endonezya'da melez çeltiğin gelişimi bazı engellerle karşı karşıya olup, bunlar (1) üreticilerin büyük ve pahalı şirketlerin tohumluklarına bağımlı olmaları, (2) daha çok gübreleme gerekmesi, (3) şu an için hastalık ve zararlılara karşı daha duyarlı olmaları ve daha çok ilaca gereksinme duyulması, ve (4) şimdiye kadar üretilen çeltik çeşirlerindeki kalitenin yeterli olamamasıdır. Genel hatlarıyla değerlendirilecek olursa, söz konusu olumsuzluklar Endonezyada çeltik üreticilerinin daha çok üretim sermayesine gereksinme duymalarına neden olmaktadır.

Sosyal kısıtlamalar, çiftçilerin hem üretimde hem de tüketimdeki davranışlarıyla daha çok ilintilidir. Üreticiler arasında ya kendi tohumlarını ya da diğer çiftçilerin tohumluklarını kullanma alışkanlıkları vardır. Bu arada, melez tohumlu çeltik ekimi yalnızca bir kez kullanılır. Alışkanlıklarını kolayca değiştirebilmek kolay değildir. Aynı zamanda dikkat gerektiren bir diğer kısıt ise kalitedeki yetersizliklerdir. Örneğin birçok öğütülmüş (kırılmış), ya da öğütüldüğü veya işlendiğinde bir dokuya, tad'a ya da kokuya sahip çeşitler, başta üreticisi olmak üzere tüketicilerin de damak zevklerine uygun olmamaktadır. Genel olarak küçük üreticiler, bütün ürünlerini satmayıp, bir kısmını kendilerinin tüketimlerine ayırırlar. Bundan dolayı, yetiştirilen melez çeşitler düşük kaliteli ve üreticisinin beğenisine uygun değilse, yetersiz kalan bir ilgi göreceği gibi üretimi yapılan melez çeltiğin reddedilmesine de neden olacaktır. Ekonomik açıdan bakıldığında, melez çeltiğin devam etmesinin önündeki en

büyük engel tohumluk fiyatı ile yeterince bulunmamasıdır. Her ne kadar ülkenin bazı yerlerindeki melez çeltik verimleri % 15-20 daha yüksek olmakla birlikte, bu çeşitlerin piyasa fiyatlarındaki düşüşle, üreticilerin gelirlerinin de azalacaktır.

#### **4.5 Araştırma ve geliştirme sorunları**

Heterotik üstünlüğü olan melez çeltikler, şu anda için eldeki IR 64, Ciherang ve Way Apo Buru gibi çeşitlerinden % 10-25 daha yüksek verime sahiptir. Öte yandan genotipteki heterosisisten yeterince yararlanabilmek için hem doğru anaçların seçilerek melezlenmesi hem de tüm işlemlerin uygun yetiştirme teknikleriyle desteklenmesi gerekmektedir. Kuşkusuz bu süreç ise melez çeltik araştırmalarını, yetiştirmeye ayrılan alan genişliğini, ilgili ekim/dikim teknolojilerini etkilemektedir.

Genel olarak değerlendirilirse, günümüzde Endonezya'da melez çeltik gelişiminde şu sorunlar yaygındır:

- (a) Tohumluğun miktar ve fiyatı,
- (b) Genelde verim düzeyi 1 t/ha dolayındaki çeşitlerle sağlandığı için yetersiz kalan tohumluk üretimi ve tohumculuk teknolojisi,
- (c) Bazı hastalık ve zararlılara duyarlı melez çeşitlerin yetiştirilmeye çalışılması,
- (d) Üreticilerin tarımsal, ekonomik ve diğer bakımlardan yüksek beklentilere girmeleri,
- (e) Bazı melez çeşitlerin, ticarilerine göre düşük kalitede ürün (pirinç) vermeleri,
- (e) Kötü yetiştiricilik tekniklerinden dolayı çeşitlerin sergiledikleri olumsuz performanslar,
- (f) Saf olan melez anaçlar ile F<sub>1</sub> tohumlarındaki miktar yetersizliği,
- (g) Değişken olabilen verimleri ve pahalı olan tohumluk fiyatları,
- (h) Özellikle üreticilerin mutlaka kendi tohumluklarını kullanma alışkanlıkları,
- (i) Ekim alanına ilişkin planlamayı hatalı yapmak,
- (j) Kamu ve özel sektör arasındaki yetersiz işbirliği.

#### **5. Sonuç**

Çeltik yetiştirme teknikleri, Java ve Bali'ye melez çeltik gelişimi için önemli katkılarda bulunmuş; bu gelişmelerden dolayı daha iyi özelliklere sahip, melez çeltik çeşitlerinin sayısında artma olmuştur. Öte yandan, Endonezya için oldukça yaşamsal öneme sahip bir konu olan melez çeltik üretimindeki sorunların en kısa zamanda ve tarafların katkısıyla aşılması gerekiyor. Yine, Java ve Bali adalarında melez çeltik tohumluk üretiminde potansiyel

alanların bulunması ile amaca uygun çiçek yapısına sahip olması; B, R ve A hatlarının varlığı melez çeltik tohumluğu üretimi sorununun çözülmesine yardımcı olacağına işaretidir. Ayrıca, bu bakımdan devlet ve özel kuruluşlar arasındaki işbirliği ile melez çeltik çeşitleri geliştirilmeli, gereken araştırma ve geliştirme desteği sağlanmalı ve üreticilerin benimsemeleri sağlanarak, uygun ekolojiler ve yetiştiricilik tekniklerinin kullanılması özendirilmeli; tarımsal yayım çalışmalarına önem verilerek; Riau, Lampung, Doğu Nusa Tenggara ve Sulawesi gibi Java dışındaki illerde de melez çeltik teknolojisi ve yetiştiriciliği yaygınlaştırılmasına çalışılmalıdır.

## Kaynaklar

- BB Padi. (2007). Sosialisasi Padi Hibrida Mendukung Peningkatan Produksi Padi Nasional. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Karawang. (In Indonesian language)
- BB Padi. (2015). Teknik Memproduksi Benih Padi Hibrida. Jakarta: Balitbantan, Kementerian Pertanian. (In Indonesian language)
- BMKG. (2016). Ketersediaan Air Tanah di Indonesia Oktober 2016 (2016 Yılı'nın Ekim Ayındaki Endonezya'da toprak suyu kullanılabilirliği). Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (Meteoroloji, Klimatoloji ve Jeofizik Kurumu). <http://www.bmkg.go.id/berita/?p=ketersediaan-air-tanah-di-indonesia-update-oktober-2016&lang=ID&s=detil> [Erişim tarihi: 21.12.2016].
- BNPB. (2010). BNPB Badan Nasional Penanggulangan Bencana (Ulusal Afetler Yönetim Kurumu). 2010. Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2010-2014 (2010-2014 Yıllarındaki Ulusal Afetler Yönetim Planları). Endonezya Cumhuriyeti'nin Ulusal Afetler Yönetim Kurumu. Cakarta. Endonezya.
- BPS. (2012). Badan Pusat Statistik. Luas panen produktivitas produksi tanaman padi provinsi Indonesia. [internet]. [diunduh 2012 Agustus 01]. (In Indonesian language)
- BPS. (2015). Badan Pusat Statistik (İstatistik Kurumu). Luas Wilayah dan Jumlah Pulau Berdasarkan Provinsi 2002-2014 (2002-2014 Yıllarındaki Bölgelere Göre Yerölçümü ve Adaların Sayısı). <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/136> [Erişim tarihi: 2.12.2016].
- Brown, L.R. (1997). State of the World: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society (14th Ed.). WW Norton & Company. New York, USA.
- Ditjentan. (2014). Statistik Pertanian Tanaman Pangan. Jakarta: Kementerian Pertanian. (In Indonesian language)



- Fan, Y., Li, H. ve Miguez-Macho, G. (2013). Global patterns of ground water table depth. *Science* 339: 940-943.
- Handoko. (1994). *Dasar Penyusunan dan Aplikasi Model Simulasi Komputer untuk Peratanian*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. FMIPA-IPB. Bogor. (In Indonesian language)
- Heriyanto, E. Hermawan, dan Y. Indaryanto. (2007). Padi hibrida bisnis prospektif dan menggiurkan. *Agrotek*. 12-17. (In Indonesian language)
- Hidayat, S. (2008). *Iklim Indonesia (Endonezya'nın İklimi)*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar Universitas Mercu Buana (Mercu Buana Üniversitesi Öğretim Materyal Geliştirme Merkezi). Cakarta, Endonezya.
- IRRI. (2010). Indonesia. [http://irri.org/index.-php? option=com\\_k2&view=-itemlist&task=-category&id=480&Itemid=100210&lang=en](http://irri.org/index.-php? option=com_k2&view=-itemlist&task=-category&id=480&Itemid=100210&lang=en). Diakses Tanggal 4 Nopember 2013. (In Indonesian language)
- KEPPRES RI. (1987). Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 41 Tahun. Tentang Pembagian Wilayah Republik Indonesia Menjadi 3 (Tiga) Wilayah Waktu (41 Sayılı 1987 Yılındaki Endonezya Cumhuriyeti'nin 3 (Üç) Zaman Dilimine Bölgesel Bölünmesi Hakkında Endonezya Cumhuriyeti'nin Cumhurbaşkanı'nın Kararnamesi).
- KLH. (2011). *Kementrian Lingkungan Hidup (Çevre Bakanlığı). Status Lingkungan Hidup Indonesia 2010 (2010 Yılındaki Endonezya'nın Çevre Durumları)*. Endonezya Cumhuriyeti Çevre Bakanlığı. Jakarta. Endonezya.
- Las, I., B. Abdullah, Darajat.dan A.A. (2003). Padi Tipe Baru dan Padi Hibrida Mendukung Ketahanan Pangan. *Tabloid Pertanian Sinar Tani*, 30 Juli 2003. (In Indonesian language)
- Lewis, M.P., Simons G.F. ve Fennig, C.D. (Eds.). 2016. *Ethnologue: Languages of the World, Nineteenth Edition*. SIL International. Texas, USA. <http://www.ethnologue.com> [Ziyaret tarihi: 26.12.2016].
- Mao, C.X. ve Virmani S.S. (2003). Opportunities for and challenges to improving hybrid rice seed yield and seed purity. In: *Hybrid Rice for Food Security, Poverty Allevation, and Enviromental Protection*. Virmani SS, CX Mao, Hardy B. (eds). International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines.
- Mugnisjah, W.Q. ve Setiawan A. (1990). *Pengantar Produksi Benih*. Rajawali Press. Jakarta. 610p. (In Indonesian language)
- Mulyani, A., Rachman, A. ve Dariah, A. (2010). Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya untuk Pembangunan Pertanian. In: *Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanha dan Agroklimat. Bogor. pp 23-34. (In Indonesian language)
- Paroda, R.S. (1998). Hybrid rice technology in India: problem and prospect, p. 311 - 324. In: S.S. Virmani, E.A. Siddiq, K. Muralidharan (Eds.). *Advances in Hybrid Rice Technologi*. IRRI. Los Banos, Philiphines.

- Pingali, P.L., M. Morris, and P. Moya. (1998). Prospect for hybrid rice in tropical Asia, p. 11 - 26 . In. S.S. Virmani, E.A. Siddiq, K. Muralidharan (Eds.). *Advances in Hybrid Rice Technology*. IRRI. Los Banos, Philipines.
- Pramudi, A., Estiningtyas, W., Susanti, E. ve Sucianti. (2013). *Dinamika Iklim Indonesia (Endonezya'daki Iklim Dinamikleri)*. In: Haryono, Sarwani, M., Las, I. ve Pasandaran, E., (Eds). *Kalender Tanam Terpadu: Penelitian, Pengkajian, Pengembangan dan Penerapan (Entegre Ekim Takvimi: Araştırması, Değerlendirmesi, Geliştirmesi ve Uygulaması)*. Endonezya Cumhuriyeti'nin Tarım Bakanlığı. Cakarta, Endonezya.
- Purwono, ve Purnamawati H. (2009). *Budidaya Delapan Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Jakarta (ID). Penebar Swadaya. (In Indonesian language)
- Puslitbangtan. (2003). *Keragaan peningkatan produktivitas padi terpadu (P3T)*. Puslitbangtan, Bogor 29-30 Oktober 2003. (In Indonesia language)
- Puslitbangtan. (2008). *Prospek dan arah pengembangan padi hibrida*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. (In Indonesian language)
- Qadir, A. (2012). *Pemodelan pertumbuhan tanaman kedelai (Glycine max (L) Merril) di bawah cekaman naungan*. Disertasi. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Faperta. IPB. Bogor. (In Indonesian language)
- Ruskandar, A. (2010). *Persepsi Petani dan Identifikasi Faktor Penentu Pengembangan dan Adopsi Varietas Padi Hibrida*. *Iptek Tanaman Pangan* 5 (2). Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. (In Indonesian language)
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of Innovation*. Fifth Edition. Free Press. New York. (In Indonesian language) Rothschild, G.H.L. 1998. *IRRI's role and vision for hybrid rice*, p. 1 - 4. In. S.S. Virmani, E.A. Siddiq, K. Muralidharan (Eds.). *Advances in Hybrid Rice Technology*. IRRI. Los Banos, Philipines.
- Samaullah, M.Y., Satoto, Suwarno, dan I. Las. (2006). *Status Perkembangan Padi Hibrida di Indonesia*. hlm. 329-337. Dalam *Inovasi Teknologi Menuju Swasembada Berkelanjutan*. Buku 2. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Karawang. (In Indonesian language)
- Sarwani, M., Anda, M. ve Shofiyati, R. (2012). *Policy and development of agricultural land resource mapping in Indonesia: experiences, achievements and impacts*. Regional Conference on the Asian Soil Partnership. 8-11 February 2012. Nanjing. China.
- Satoto, B., dan B. Suprihatno. (2008). *Pengembangan Padi Hibrida di Indonesia*. *Iptek Tanaman Pangan* 3 (2): 27- 40. (In Indonesian language)
- Satoto, B., Sutaryo, dan B. Suprihatno. (2009). *Prospek Pengembangan Varietas Padi Hibrida*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Karawang. [http://www.litbang.deptan.go.id/special/-padi/bbpadi\\_2009\\_itp\\_02.pdf](http://www.litbang.deptan.go.id/special/-padi/bbpadi_2009_itp_02.pdf). Diakses Tanggal 27 Oktober 2013. (In Indonesian language)

- Satoto, B., Sutaryo B, Suprihatno B. (2010). Prospek pengembangan varietas padi hibrida. Dalam: Padi “Inovasi Teknologi Produksi”. Darajat et al. (eds). Buku 2. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi. Subang. hlm: 29-65. (In Indonesian language)
- Siregar, H. (1981). Budidaya Tanaman Padi di Indonesia. Sastra Hudaya. Jakarta. 320 hal. (In Indonesian language)
- Sumarno. (2007). Harapan Mencapai Swasembada Beras dari Penanaman Padi Hibrida. Tabloid Sinar Tani, 24 Oktober 2007. (In Indonesian language)
- Suprihatno, (1993). Padi Hibrida, hal 377 – 390. Dalam M. Ismunadji, S. Partohardjono, M. Syam, dan A. Widjono (Eds.). Padi buku 2 cetakan ke-2. balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. (In Indonesian language)
- Supriyadi, H., IW. Rusastra dan Ashari. (2012). Analisis Kebijakan dan Program Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu Menunjang Peningkatan Produksi Padi Nasional. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian Bogor. (In Indonesian language)
- Tamindael, O. 2011. Coral reef destruction spells humanitarian disaster. Antara News. <http://www.antaraneews.com/en/news/71545/coral-reef-destruction-spells-humanitarian-disaster> [Erişim Tarihi: 26.12.2016].
- Ullych, R.M. (2012). Padi Hibrida: Alternatif atau Masalah? <http://laboratoriumbenih-bpsbtph.banten.blogspot.com/2010/08/padi-melezaalternatif-atau-masalah.html>. Diakses Tanggal 16 Agustus 2012. (In Indonesian language)
- Virmani S.S. and Sharma H.L. (1993). Manual for Hybrid Rice Seed Production. IRRI. Manila. Philippines. 72 p.
- Virmani, S.S. and Sharma H.L. (1998). Manual Hybrid Rice Seed Production. IRRI. Los Banos, Philippines.
- Virmani, S.S., B.C. Viractamath, C.L. Casal, R.S. Toleda, M.T. Lopez, and J.O. Manolo. (1999). Hybrid Rice Breeding Manual. IRRI. Los Banos, Philippines.
- Virmani, S.S. and Khumar I. (2004). Development and Use of Hybrid Rice Technology to Increase Rice Productivity in the Tropics. IRRN 29(1): 11-19.
- Widyastuti, Y, Indrastuti and Satoto A.R. (2007). Studi keragaman genetik karakter bunga yang mendukung persilangan alami padi. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 26 (1): 14-19. (In Indonesian language)
- Yoshida, S. (1981). Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines.

## Derleme

### Sığır Embriyolarının Gelişim Evreleri ve Kalite Değerlendirilmesi

Uğur KARA<sup>1\*</sup>, Tayfur BEKYÜREK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Doğum ve Jinekoloji ABD, Kayseri, Türkiye

Sorumlu yazar: 0 532 553 26 81, ugurvetkara@hotmail.com

Geliş Tarihi:19.03.2019 / Kabul Tarihi: 09.05.2019

#### Özet

Sığırlarda embriyo transferi uygulamaları günümüzde gittikçe yaygınlaşmaktadır. Sürülerdeki genetik olarak en değerli dişilerden in vivo ve in vitro yöntemlerle yılda yaklaşık 1250000 transfer edilebilir embriyo üretilmektedir. Ayrıca bu embriyolardan yılda yaklaşık 1000000 transfer gerçekleştirilmektedir. Avrupa Embriyo Transfer Topluluğunun verilerine göre dünyada embriyo üretiminde Kuzey Amerika birinci sıradadır. Embriyo transferi çalışmalarında embriyo kalitesi, embriyo morfolojisi, taşıyıcı kalitesi, uygulayıcının tecrübesi ve çevresel faktörler elde edilecek gebelik oranlarını etkilemektedir. Embriyoların gelişim evreleri ve kalitelerinin belirlenmesi bunların taze transferi, dondurulması, saklanması ve gelişim evrelerine göre gerekirse kültüre edilmesi başarılı gebelik oranları elde etmek için önemlidir. Uluslararası Embriyo Transfer Topluluğu kriterlerine göre standart değerlendirme embriyonun gelişim dönemi ve morfolojik bütünlüğüne göre kalite değerlendirilmesi ile yapılmaktadır. Aynı topluluk tarafından gelişim evrelerinin ve kalitelerin değerlendirme kodları sayısal olarak belirlenmiştir (gelişim evreleri için 1-9, embriyo kalitesi için 1-4). Bu derlemenin amacı sığırlarda embriyo morfolojisi ve kalite değerlendirme kriterleri hakkında bilgi vermektir.

**Anahtar kelimeler:** Embriyo, kalite değerlendirmesi, sığır

### Development Stages and Quality Evaluation of Bovine Embryos

#### Abstract

Embryo transfer applications are becoming widespread nowadays in cattle. About 1250000 transferable embryos are produced annually using in vivo and in vitro techniques

from genetically most valuable females in herds. In addition, approximately 1000000 transfers are carried out per year from these embryos. According to data from the European Embryo Transfer Society, North America ranks first in embryo production worldwide. In embryo transfer studies, embryo quality, embryo morphology, recipient quality, experience of the practitioner and environmental factors affect the obtained pregnancy rates. The determination of the morphology and the quality of embryos is important to achieve successful pregnancy rates in their fresh transfer, freezing, storage and cultivation according to their developmental stages. Standard evaluation according to International Embryo Transfer Society criteria is done by evaluating the developmental stage and morphological integrity of the embryo. Evaluation codes of development stages and quality were determined numerically by this association (for developmental stages 1-9, for embryo quality 1-4). The aim of this review is to give basic information about the morphology and quality evaluation criteria of cattle embryos.

**Key words:** Embryo, quality evaluation , cattle.

## 1.Giriş

Embriyo transferi verici dişinin genital kanalından elde edilen (in vivo) veya laboratuvar koşullarında üretilen (in vitro) embriyoların östrusları eş zamanlı olarak senkronize edilmiş başka taşıyıcı dişilere transfer edilmesi işlemidir (Kanagawa ve ark., 1995; Sağırkaya, 2009). Bu amaçla embriyo vericisi inekte süperovulasyon protokolü uygulanarak çok sayıda embriyo elde edilmeye çalışılır ve tohumlamadan sonraki 7. günde kornu uteriler yıkanarak embriyolar elde edilir. Daha sonra elde edilen embriyolar kalite açısından değerlendirilir. Transfer edilebilir embriyolar direkt olarak önceden hazırlanmış senkronize taşıyıcılara transfer edilir veya uygun bir yöntemle gelecekte kullanılmak üzere dondurulurlar (Sağırkaya, 2009) .

Sürülerdeki genetik olarak en değerli dişilerden in vivo ve in vitro yöntemlerle dünyada yılda yaklaşık 1250000 transfer edilebilir embriyo üretilmektedir. Bu embriyolardan da yılda yaklaşık 1000000 transfer işlemi gerçekleştirilmektedir. Avrupa Embriyo Transfer Topluluğunun (IETS) verilerine göre dünyada embriyo üretiminde Kuzey Amerika birinci sırada yer almaktadır (Perry, 2017).

Bir embriyonun transfer edilebilir olup olmadığını bilmenin en gerçekçi yolu, embriyo canlı ise onu uygun bir alıcıya transfer etmek ve yavru doğumuna bakmaktır. Elde edilen her embriyonun transfer edilmesinin pratik olmaması uygulayıcılar tarafından embriyonun

gebelik oluşturma olasılığının belirlenmesini önemli kılmaktadır (Barfield, 2015). Sığır embriyolarının değerlendirilmesi normal olarak 50-100x büyütme aralığında stereo mikroskop altında, küçük bir petri kabına embriyolar konarak yapılır. Embriyo ve zona pellusida'yı farklı açılardan görebilmek için, embriyonun petrinin dibinde “yuvarlatılması” gereklidir. Sığır embriyosunun genel çapı, 12 ile 15 µm arasında bir zona pellusida kalınlığı dahil olmak üzere, 150 ila 190 µm'dir. Embriyonun genel çapı, bir hücre aşamasından blastosist aşamasına kadar hemen hemen hiç değişmeden kalır. Embriyoların gelişim aşamalarının bilinmesi onların elde edildikleri donörlerin östrus siklus gününde (genellikle östrustan sonraki 7. gün) olması gereken gelişim aşamaları ile karşılaştırılması için önemlidir. Bir embriyonun transfer edilmeye veya dondurulmaya değer olup olmadığı ve embriyonun ihracat için uygun olup olmadığına dair karar, embriyoları değerlendiren kişinin uzmanlığına ve deneyimine bağlıdır (Bó ve Mapletoft, 2013). Bu derlemede sığırlarda embriyo morfolojileri ve kalite değerlendirmesi hakkında temel bilgiler verilmiştir.

### **1.1 Embriyoların Gelişim Evreleri**

Uygulayıcıların çoğu, Uluslararası Embriyo Transferi Topluluğu (IETS) tarafından belirlenen standartları kullanarak in vivo olarak üretilen (IVD) embriyoları derecelendirmede iyi sonuçlar alırken, in vitro olarak üretilen (IVP) embriyolarının IVD embriyolarından farklı morfolojilere sahip olduğunu bildirilmişlerdir (Barfield, 2015). IVP embriyolarının transferinden sonraki gebelik oranları (Hasler, 2000) ve dondurma koşullarında canlılık oranları IVD embriyolarından düşüktür (Pollard ve Leibo, 1993). Açıkçası bu iki tip embriyoda mitokondriyal fonksiyon, metabolizma gelişim hızları ve gen ekspresyonu yönünden farklılıklar vardır (Barfield, 2015).

Yeni ovule olmuş dişi gamet için en doğru tanımlama oosittir (Sağırkaya, 2009; Seidel ve Seidel, 2019). Suni tohumlama sonrası fertilizasyonun şekillenmesiyle oluşan zigot gelişiminin ilk beş gününde hızla bölünerek yumurta kanalından (oviduct) uterusu doğru siliyer hareketleri, oviduct'un kontraksiyonları ve östrojen gibi hormonların etkisiyle göç etmeye başlar ve göç sırasında bölünmeler devam eder. Embriyo 2 hücre, 4 hücre gibi bölünme aşamalarına ulaşır ve 16 hücreden itibaren embriyo morula olarak adlandırılır. Fertilizasyondan sonraki 5. günde embriyo hücrelerinin şekli küreselden poligonal forma dönüşerek embriyo kompakt bir yapı almaya başlar ve kompaktlaşma embriyonun kalitesini belirleme de önemli bir morfolojik gelişim evresi olarak değerlendirilir. Embriyodaki kompaktlaşma aşaması sığırlarda 5-6. günlerde blastomerler arasında sıkı bağlantıların

kurulmasıyla başlar. Sığırlarda kompaktlaşma hücre sayısına bağlı olmasa da genellikle 32 hücreli aşamada meydana gelmektedir. Bu aşamadaki embriyolara kompakt morula adı verilmektedir. İneklerde östrüstan sonraki 6. günde kompaktlaşmanın görülmemesi gelişmede gecikme olduğunun göstergesidir. Blastosist aşamasına geçişte blastosöl formasyonunun şekillenmesi gelişimin normal devam ettiğinin, östrüstan sonraki 7. ve 8. günlerde gözlenmemesi ise gelişmede bir gecikme olduğunun önemli bir göstergesi olarak değerlendirilir (Curtis, 1991; Sağırkaya, 2019; Seidel ve Seidel, 2019). IETS kriterlerine göre standart değerlendirme embriyonun gelişim dönemine ve kalitesine göre yapılmaktadır. Gelişme dönemi sınıflandırması 1'den (Fertilize Olmamış Oosit-UFO veya bir hücreli embriyo) 9'a (Expanded Hatching Blastosist) kadar yapılmaktadır.

**Morula (Aşama kodu 3):** Bu aşama genel olarak hücre bilyesi (ball of cell) olarak adlandırılır (Kanagawa, 1995). En az 16 hücre yığını ve blastomerleri birbirinden ayırmak zordur. Embriyonun hücresel kitlesi perivitellin alanının çoğunu kaplar (Bó ve Mapletoft, 2013; Kanagawa, 1995).

Hücreler arasında sıkı bağların gelişmesiyle blastomerler büzüşür ve perivitellin boşlukta artış meydana gelir. Bu aşamadaki embriyoya kompakt morula adı verilir. Morfolojik olarak bu aşamadaki embriyolarda hücreler iç içe girmiş ve birbirlerinden ayırt edilemezler.

**Kompakt Morula (Aşama Kodu 4):** Bireysel blastomerler birleşmiş ve kompakt bir kütle oluşturmuştur. Embriyonun hücresel kitlesi perivitellin alanının % 60-70' ini kaplar (Bó ve Mapletoft, 2013). Hücreler arası bağlantıların oluşması sonucunda embriyo iç ve dış hücre katmanlarını şekillendirir. Bu olay blastosöl formasyonu için ön koşuldur ve sığırlarda fertilizasyondan sonra 6-7. günlerde görülür. Dış hücre katında sodyumun hücre içine aktif transportuyla iyon içeriği şekillenmeye başlar ve bu da osmotik basınç değişikliğine neden olarak sıvı birikimine yol açar. Sonunda dış hücre kümesinin altında blastosist kavitesi şekillenir. Erken blastosist aşamasında iki farklı blastomer bulunur. Bunlardan biri blastosölü çevreleyen farklılaşmış trofoblast hücreleri diğeri ise henüz farklılaşmamış olan iç hücre kütesidir (ICM-İnner Cell Mass).

**Erken Blastosist (Aşama Kodu 5):** Bu aşamada embriyonun blastosöl boşluğu şekillenmiş ve genel olarak bir işaretçi halkası görüntüsü verir. Embriyo kütlesi perivitellin alanının % 80' ini kaplar. Bu aşamada iç hücre kütesini trofoblastlardan ayırt etmek zor dur ve bu nedenle embriyonun kalitesi tartışılabilir (Bó ve Mapletoft, 2013).

Blastosöl formasyonu embriyonun bir tarafında şekillenerek embriyonun erken blastosist aşamasına geçmesini sağlar. Bu aşamada blastosöl hacmi embriyonun total hacminin % 50'sinden daha azdır. Blastosist kavitesi gelişmeye devam ederken ICM/blastosist kavite oranı değişir. Kavite embriyonun % 50'sinden daha fazlasını kapladığında embriyo blastosist adını alır.

**Blastosist (Aşama Kodu 6):** Dış trofoblast tabakasının farklılaşması belirgin ve daha da koyulaşmıştır. Daha kompakt hale gelen iç hücre kümesi belirgindir. Blastosöl oldukça belirginleşmiştir ve embriyo perivitellin alanın çoğunu kaplar. Gelişimin bu aşamasında trofoblast ve inner cell mass'lar arasında görsel farklılaşma mümkündür (Bó ve Mapletoft, 2013).

Blastosist kavitesinin içerisindeki osmotik basınç arttığında embriyo da genişlemeye devam ederek dış çapı artar. Bu sırada embriyoyu saran dış zar zona pellusida gerilir ve incelik. Embriyo bu aşamada expanded (genişlemiş) blastosist adını alır. İç hücre kümesi kompakt bir hal almıştır ve hücre sayısı in vivo ve in vitro üretilen embriyolarda farklılık gösterir.

**Expanded Blastosist (Aşama Kodu 7):** Embriyonun çapı dikkat çekici bir şekilde artmış ve bununla uyumlu olarak zona pellusidanın orijinal kalınlığı yaklaşık olarak üçte birine kadar incelmıştır (Bó ve Mapletoft, 2013).

Fertilizasyondan sonraki 9-11. günlerde zona pellusida da yırtılma şekillenir ve embriyo buradan dışarı çıkar. Bu olaya hatching ve embriyoya da hatching embriyo denir. Bu olay zona da basınç artışı, embriyoda kompaktlaşma, ekspansiyon ve trofoblast hücrelerinde ki enzimatik aktivite ile oluşur. Embriyo zonadan tamamen kurtulduğunda hatched embriyo adını alır. Hatched embriyo in vivo koşullarda uterusu temas etmeye ve uterusu yerleşmeye hazırdır.

**Hatched Blastosist (Aşama Kodu 8):** Gelişimin bu aşamasındaki embriyolar zona pellusida'dan dışarı çıkma sürecinde ya da tamamen zona pellusida'dan dışarı çıkmış olabilirler. Zona bütünlüğü bozulmamış olanların iyi ayırt edilebilen küresel bir blastoseli mevcuttur veya blastosöl kollabe olmuş olabilir. Hatched blastosistler tekrar genişleyip mühür halkası şeklindeki görünimleri ortaya çıkmadıkça identifikasyonları zor olabilir. Embriyonik gelişim aşamalarında numaralandırma ve uluslararası kısaltmalar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).



**Tablo 1.** Embriyonik gelişim aşamalarında numaralandırma ve uluslararası kısaltmalar.

No	Gelişim Aşaması	Uluslararası Kısaltma
1	Fertilize Olmamış	UFO
2	2-12 Hücreli Aşama	
3	Erken Morula	M
4	Morula (Kompakt Morula)	CM
5	Erken Blastosist	EBL
6	Blastosist	Bl
7	Ekspanded Blastosist	ExpBl
8	Hatched Blastosist	HedBl
9	Ekspanded Hatched Blastosist	ExpHedBl

Donörlerin östrus günlerine göre embriyonik gelişim aşamaları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Donörlerin östrus günlerine göre embriyonik gelişim aşamaları (Seidel ve Seidel, 2019).

Gelişim aşaması	Östrusun başlamasından sonraki günler
1-hücre	0-2
2-hücre	1-3
4-hücre	2-3
8-hücre	3-5*
16-hücre	4-5*
Erken morula	5-6
Kompakt morula	5-7
Erken blastosist	7-8
Blastosist	7-9
Expanded blastosist	8-10
Hatching blastosist	9-11

\* Embriyolar genellikle 8 ila 16 hücreli safhada oviductan uterusu doğru hareket eder.

## 1.2. Embriyoların Kalite Değerlendirilmesi

Embriyo kalitesinin kodları sayısaldir ve embriyonun morfolojik bütünlüğüne göre yapılır (Bó ve Mapletoft, 2013). Çoğu uygulayıcı ya da embriyolog iyi kalitede bir embriyoyu

kolaylıkla belirleyebilir iken ikinci ya da üçüncü kalite embriyoları ayırt etmek zor olabilir. Ayrıca birçok uzman IVP embriyoların daha değişken morfolojilere sahip olduğunu ve bu nedenle derecelendirmenin daha zor olduğunu bildirmektedir (Wright ve Ellington, 1995). Bu farklılıklar perivitellin boşluğun büyüklüğü, zayıf kompaktlaşma, hücresel artıklar, bozulmuş hücreler, vakuoller, hücre şekli, opaklık ve lipid yoğunluğu olarak sıralanabilir (Barfield, 2015). Bazı çalışmalar, perivitellin boşluğunun büyüklüğü konusunda IVP ve IVD embriyolar arasında farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bu genellikle embriyoların morula aşamasında kompaktlaşmanın ne kadar iyi oluştuğu ile ilişkilidir (Wright ve Ellington, 1995). Yapılan bir çalışmada, in vivo olarak üretilen zigotlar ve mezbaha materyalinden in vitro üretilen iki hücreli embriyolar aynı şekilde kültüre edilmiş ve IVF embriyolarda morula aşamasında perivitellin boşluğun daha az olduğu gözlenmiş (Van Soom ve de Kruif, 1992). Birçok uygulayıcı ve embriyolog, IVP embriyoları ile ilişkili hücresel artıkların miktarının fazla olduğunu bildirmiştir. Bu durum, IVP ve IVD embriyolarının detaylı değerlendirmeleri ile doğrulanmıştır (Barfield, 2015). Yapılan bir çalışmada araştırmacılar hücresel atıkların embriyoların perivitellin bölgesinde, blastosöl boşluğunda ve ICM çevresinde bulunduğunu belirlemişlerdir (Rizos ve ark., 2002). Bu durum özellikle IVP embriyolarının değerlendirilmesini zorlaştırır, özellikle blastosist aşamasında zona pellusida ve genişleyen embriyo arasında sıkışan hücresel atık miktarının değerlendirilmesi zor olabilir.

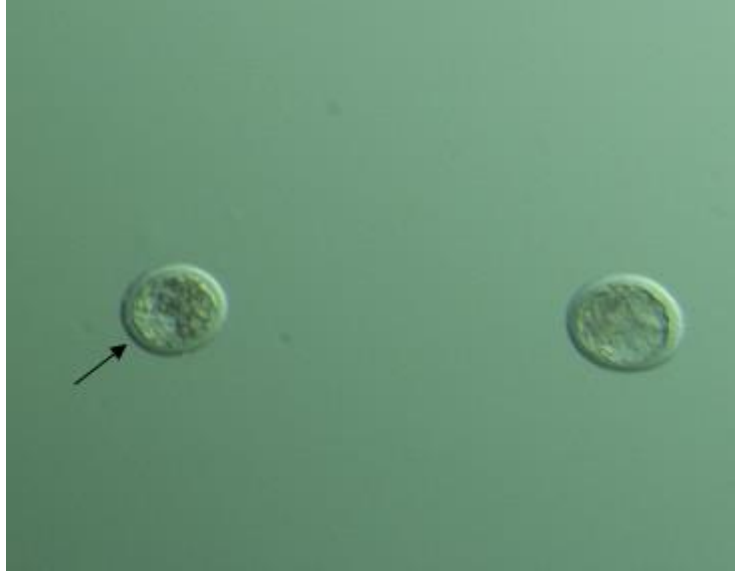
Embriyodaki canlı hücre miktarını etkin bir şekilde değerlendirebilmek, embriyoya uygun kalite derecesini vermek için önemlidir (Barfield, 2015). Bazı embriyo hücrelerinde kabarcık veya vakuol gibi görülen yapılar onlara granuler görünüm verebilir. Bu durum hem IVP hem de IVD embriyolarda meydana gelir, ancak görülme insidansı IVP embriyolarda daha yüksektir (Crosier ve ark., 2000; Shamsuddin ve ark., 1992). IVP embriyolarda blastomerlerin sitoplazması içinde IVD türevlerinden daha fazla vakuolizasyon görülür. Vakuolizasyonun bilinen bir sebebi yoktur, fakat genellikle düşük embriyo kalitesi ile ilişkilidir (Barfield, 2015). IVP ve IVD embriyolarının ultrastrüktürel analizi lipid miktarı ile ilgili farklılıkları da ortaya çıkarılmıştır (Crosier ve ark., 2000). Yapılan bir çalışmada superovüle edilmiş ineklerden elde edilen morulalar mezbahadan alınan ovaryumlardan üretilen morulalarla karşılaştırıldı. IVF embriyoları IVP embriyolarından daha fazla hacimde lipid yoğunluğuna sahipti. Kültüre edilme süresince % 10 serumda kültüre edilen IVF embriyolar ilk 72 saatlik kültür sırasında sınırlı serumlu, serumsuz kültüre edilenler ve in vivo olarak üretilen embriyolardan daha yüksek bir lipid yoğunluğuna sahipti. Bir başka çalışmada IVF embriyolarında IVP embriyolarına göre daha yüksek lipid damlacıkları görülmüştür. Bu

sonuçlar embriyoların zayıf kryotoleransı ile ilişkilendirilmiştir (Pollard ve Leibo, 1994; Rizos ve ark., 2002). Daha yüksek lipid içeriği embriyoların daha koyu görünmesine ve hücrelerin daha opak olmasına neden olabilir. Vakuollerde olduğu gibi embriyolar granüler görünebilir (Barfield, 2015). Yapılan bir çalışmada IVD embriyolarının aksine IVP embriyolarının daha fazla kare şeklinde şişmiş blastomerlere ve blastosistte düzensiz ve opak hücrelere sahip olduğunu bildirilmiştir (Smith, 2009). IVP embriyolarda belirtilen özelliklerin çoğu kalitelerinin düşük olduğunu ve gerçekten de bu embriyolar transfer edildiğinde düşük gebelik oranları elde edilebileceğini göstermektedir (Hasler, 2000). IVD ve IVP embriyolardan elde edilen gebelik oranları arasındaki fark in vitro kültür ortamlarımız geliştirildikçe azalıyor, ancak oviduct veya uterusu kıyasla hala suboptimal bir ortamla çalışılmaktadır. İn vitro embriyo üretim sürecinde, embriyolar medyum içindeki kaynakların tükenmekte olduğu statik bir ortamda bulunur, ayrıca atık ürünler embriyo çevresinde yoğunlaştırılabilir. Bu ortam embriyo metabolizmasını değiştirebilir ve embriyonun gelişimini etkileyebilir (Barfield, 2015).

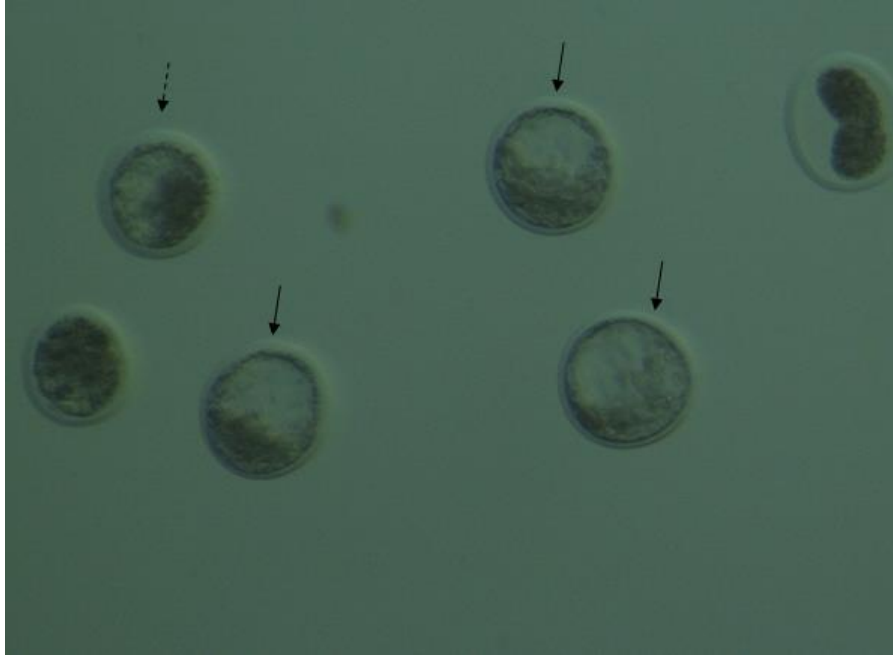
Embriyolar, şekil, renk / sitoplazma yoğunluğu, hücre sayısı ve kompaktlığı, perivitellin boşluğun alanı, ekstrüde edilmiş veya dejenere hücre sayısı, sitoplazmik veziküllerin sıklığı, boyutu ve yaşa göre gelişme aşaması gibi bir dizi fiziksel özelliğe uygunlukları bakımından derecelendirilir (Wright ve Ellington, 1995). Embriyoların gelişimi östrüstan sonraki toplama günü ile uyumlu olmalıdır. Embriyoların canlılık süreleri yaklaşık 20°C oda ısısında 8 saattir. Ancak 3-4 saat içerisinde dondurma ya da transfer işlemleri gerçekleştirilmelidir (Bó ve Mapletoft, 2013; Smith, 2009). Embriyoların başarılı bir şekilde değerlendirilmesinde üç unsur vardır: eğitim, deneyim ve uygun ekipman (Seidel ve Seidel, 2019). Morfolojik yapıya göre kalite kodları 1 ile 4 arasında derecelendirilir (Bó ve Mapletoft, 2013).

**Kod 1:** Mükemmel veya çok iyi. Embriyolar boyut, renk ve yoğunluk bakımından muntazam olan bireysel blastomerleri ile küresel ve simetrik bir kütleyle sahiptir. Bu embriyo beklenen gelişim evresi ile uyumludur. Hücreler arası düzensizlikler nispeten az ve hücrel materyalin en az % 85'i bozulmamış ve canlı hücre kütleli olmalıdır. Bu değerlendirmede kavite değil perivitellin boşlukta bulunan ve zona dışına çıkacak hücre kütlelerinin temsil ettiği embriyonik hücrelerin yüzdesi temel alınmalıdır. Zona pelusida pürüzsüzdür embriyonun pipet ya da petri kabına yapışmasına neden olabilecek iç bükey ya da yassı yüzeyleri bulunmamaktadır. Kod 1 embriyolar dondurma/özdürme prosedürlerine iyi dayanır, bu nedenle bazı uygulayıcılar Kod 1 embriyoları dondurulabilir embriyolar olarak

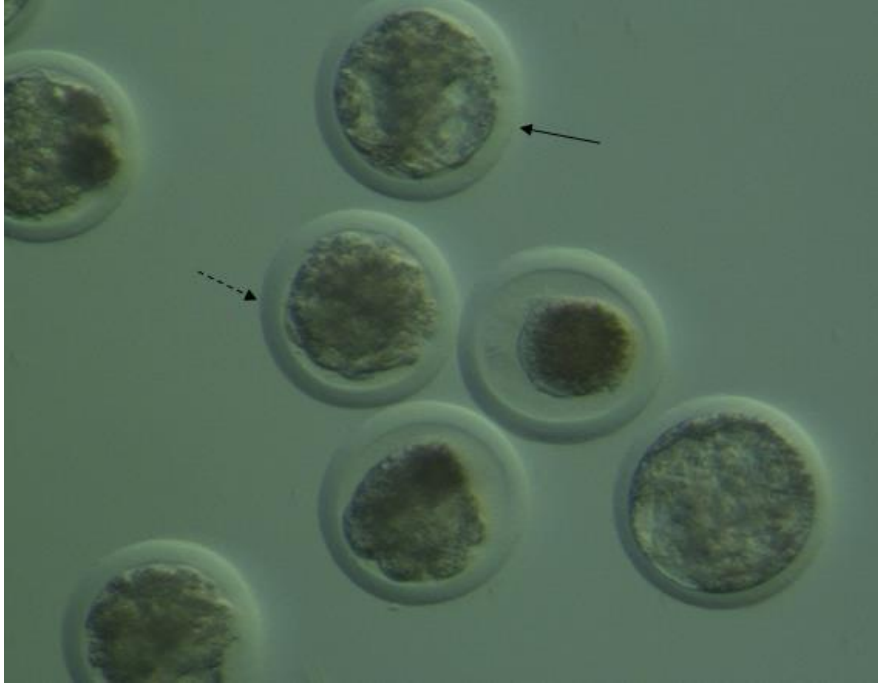
tanımlamaktadırlar. Birinci sınıf (Grade 1) embriyolar uluslar arası ticaret için önerilirler (Bó ve Mapletoft, 2013). Kod 1 çok iyi embriyolar farklı gelişim aşamalarına göre aşağıda Şekil 1, 2, 3’de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Kod 1 (Çok iyi), erken blastosist (ok işareti) ve blastosist aşamasında iki adet embriyo (Kara ve Bekyürek, 2018).

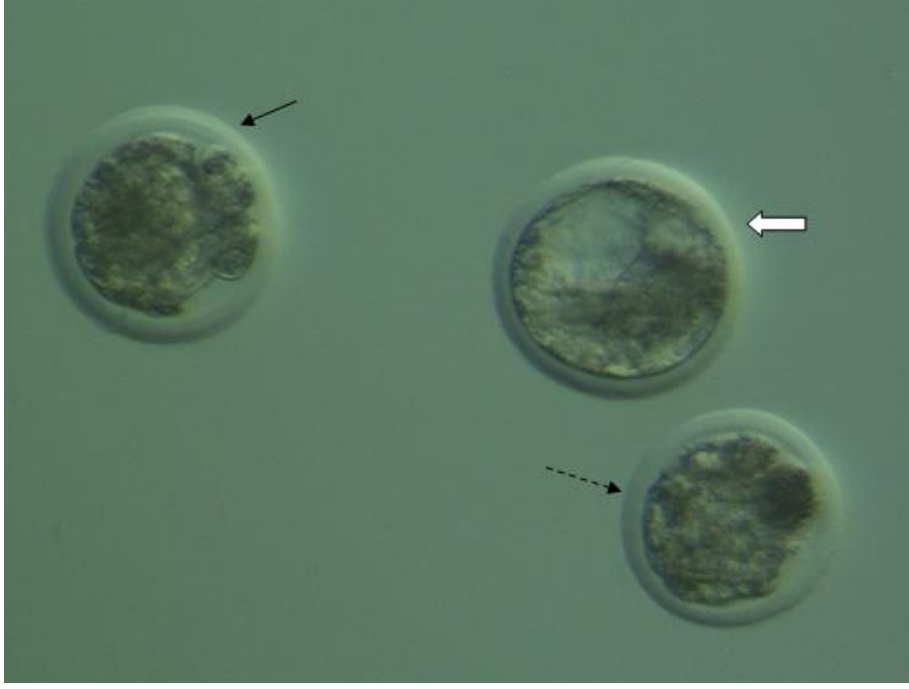


**Şekil 2.** Kod 1 (Çok İyi), blastosist (çizgili ok) ve “expanded blastosist” aşamasındaki embriyolar (siyah oklar) (Kara ve Bekyürek, 2018).



**Şekil 3.** Kod 1 (Çok İyi) Erken blastosist (siyah ok) ve kompakt morula (çizgili ok) aşamasında embriyolar (Kara ve Bekyürek, 2018).

**Kod 2:** İyi. Bu embriyolar embriyonik kütlelerin genel şekli ve görünümünde, bireysel hücrelerin yoğunluğu, rengi ve boyutlarında orta düzeyde düzensizliklere sahiptir. Embriyonik kütlelerin en az % 50'si bozulmamış ve canlı hücrelerden oluşmaktadır (Bó ve Mapletoft, 2013). Bu embriyoların dondurma/çözdürme prosedürlerine dayanıklılığı grade 1 embriyolardan daha düşüktür, fakat embriyolar uygun alıcılara taze olarak nakledilirse gebelik oranları yeterli düzeydedir. Bu yüzden bu embriyolar genellikle transfer edilebilir olarak adlandırılır buna karşılık dondurulabilir değildirler (Bó ve Mapletoft, 2013). Çok iyi ve iyi kalitede embriyolar farklı gelişim aşamalarına göre aşağıda Şekil 4 ve 5'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Kod 1(Çok iyi) Blastosist (beyaz ok) ve kompakt morula (çizgili ok), Kod 2 (İyi):Kompakt morula (siyah ok) aşamasında üç adet embriyo (Kara ve Bekyürek, 2018).

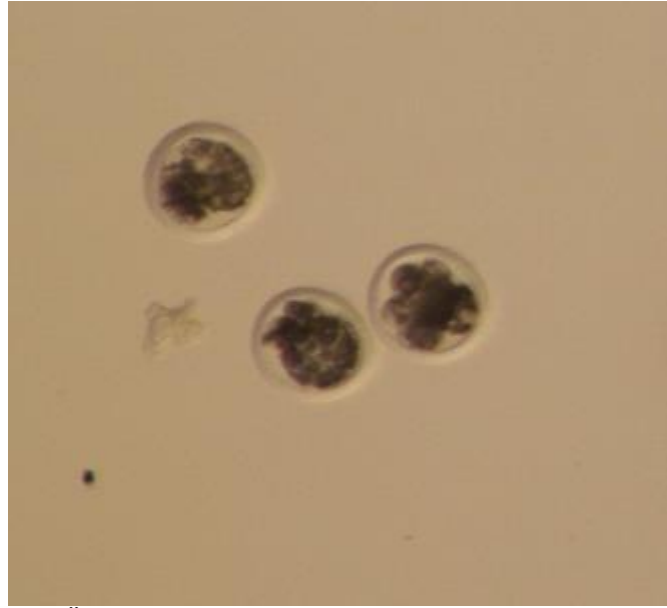


**Şekil 5.** Kod 1 (Çok İyi) Blastosist (siyah oklar), expanded blastosist (çizgili oklar) ve hatching blastosist (beyaz ok) aşamasında embriyolar (Kara ve Bekyürek, 2018).

**Kod 3:** Zayıf, sağlıklı. Bu embriyolar embriyonik kütlelerin genel şekli ve görünümünde, bireysel hücrelerin yoğunluğu, rengi ve boyutlarında önemli düzeyde düzensizliklere sahiptir. Embriyonik kütlelerin en az % 25'si bozulmamış ve canlı hücrelerden

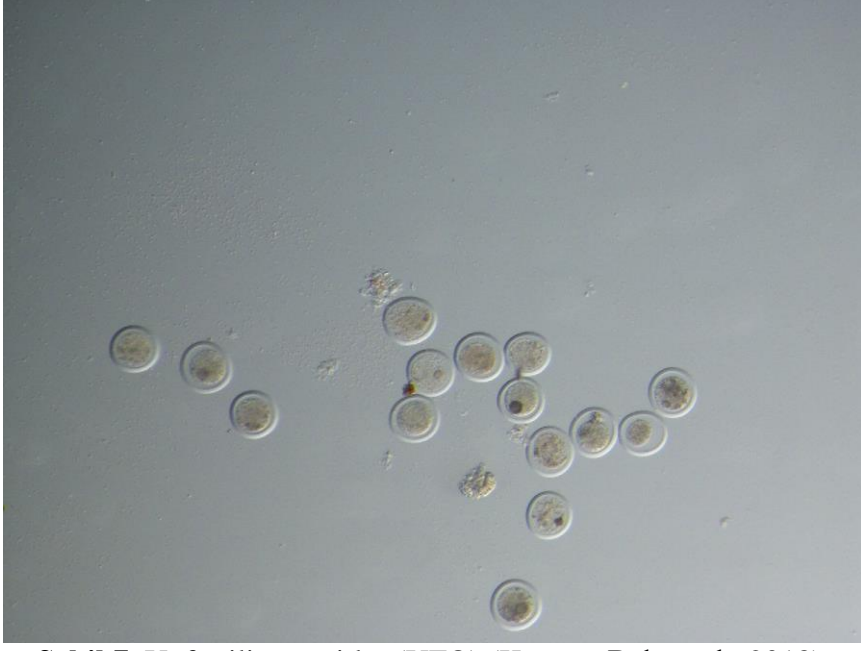
oluşmaktadır (Bó ve Mapletoft, 2013). Bu embriyolar dondurma/çözdürme prosedürlerinde sağlam kalamazlar, eğer uygun alıcılara taze transfer edilirse gebelik oranları kod 2 embriyolarınkinden daha düşüktür (Bó ve Mapletoft, 2013).

**Kod 4:** Ölü veya dejenere. Çok sayıda bozulmuş blastomerler, dejenere hücreler, değişken büyüklükte hücreler ve veziküller gibi ciddi problemleri olan embriyolardır (Kanagawa ve ark., 1995). Bu hücreler oositler veya bir hücreli embriyolar olabilir canlı değildirler. Bunlar kullanılabilir değildir ve atılmalıdır (Bó ve Mapletoft, 2013). Ölü veya dejenere embriyolar farklı gelişim aşamalarına göre aşağıda Şekil 6’da gösterilmiştir.



**Şekil 6.** Kod 4 (Ölü veya Dejenere ) Embriyolar (Kara ve Bekyürek, 2018).

Unfertilize oositler ile farklı kalite ve gelişim aşamalarına göre embriyolar aşağıda Şekil 7, 8, 9’da gösterilmiştir.

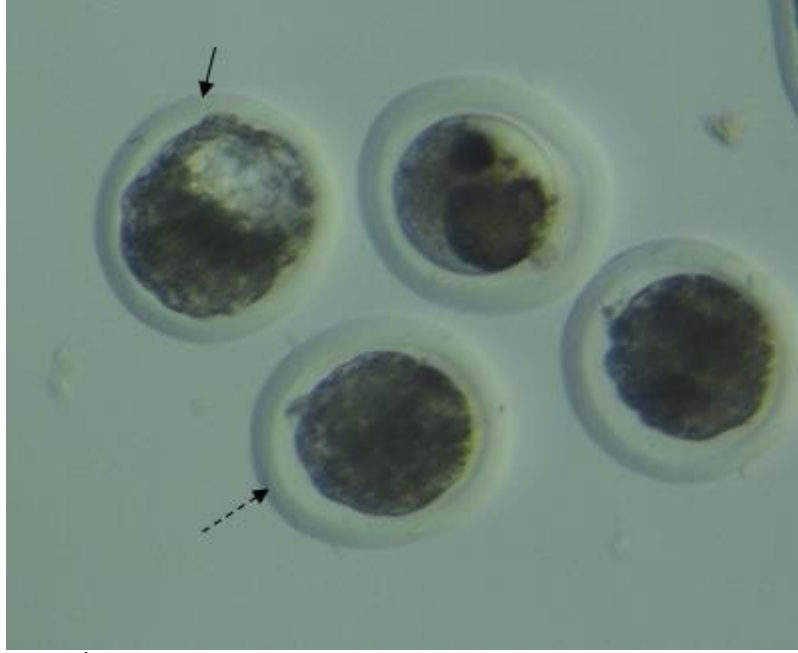


**Şekil 7.** Unfertilize oositler (UFO) (Kara ve Bekyürek, 2018).



**Şekil 8.** Kod 1 (Çok İyi) Expanded blastosist (siyah oklar) ve blastosist (çift oklar). Kod 3 (Zayıf, Sağlıksız) kompakt morula (çizgili ok) ve unfertilize oosit (beyaz ok) (Kara ve Bekyürek, 2018).





**Şekil 9.** Kod 1 (Çok İyi) Erken blastosist (siyah ok) ve kompakt morula (çizgili ok) (Kara ve Bekyürek, 2018).

Embriyoların değerlendirilmesi embriyo transfer uygulamasının en kritik adımlarından biridir. Uluslararası Embriyo Transfer Topluluğu (IETS) el kitabında embriyoların gelişim evrelerinin belirlenmesinde 1'den 9'a kadar olan noktali sistemin, embriyo kalitesinin değerlendirilmesi ise 1 ila 4 arasında bir sistemin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. IETS el kitabında embriyoların görsel değerlendirmesinin biyolojik bir sistemin subjektif bir değerlendirmesi olduğu belirtilmektedir. Bu yüzden gebelik oranları bazı zamanlar alıcı kalitesi, uygulayıcı kabiliyeti ve çevresel faktörlerden dolayı beklenenden düşük olabilir. Genellikle aksi karar alınmadığı sürece uluslararası ticarete kod 1 embriyolar kullanılmalıdır (Bó ve Mapletoft, 2013).

Süperovulasyon uygulaması yapılmış bir inekte östrus sonrası herhangi bir dönemde embriyoların gelişim aşamalarında önemli düzeyde farklılıkların olması muhtemeldir. Östrüstan sonraki 7. günde aynı yıkamada morula ve hatching blastosistler olabilir. Aynı zamanda mükemmel kalitede embriyolar, fertilize olmamış oositler ve dejenere embriyolar da görülebilir. Genellikle embriyo kalitesinde ve embriyoların gelişim aşamasındaki geniş varyasyonlar mevcut embriyoların normal olmadığı ve gebelik oranlarının hayal kırıklığı yaşatabileceğinin işaretleridir (Mapletoft ve Morrow, 1986). Kompakt moruladan blastosist'e kadar olan gelişim aşamasındaki mükemmel veya iyi kalitede embriyolarda en yüksek gebelik oranları elde edilir (Hasler ve ark., 1987).

Gelişim aşaması ve morfolojik yapılarına göre değerlendirilen embriyolar üç farklı şekilde kullanılabilir. Bunlar; taze olarak transfer, dondurularak saklama ve ileri biyoteknolojik uygulamalar (cinsiyet tayini, splitting v.b.) olarak sıralanabilir. Yapılan değerlendirme sonucu embriyolarda gelişim aşaması ve morfolojik yapı transfer veya diğer uygulamalar için uygun değilse in vitro kültür ( % 5 CO<sub>2</sub> inkübatörde 38.5°C'de) yapılarak embriyonun yaşama kabiliyeti ve dejenerasyonu takip edilebilir.

Birinci kalite embriyolar dondurma/çözdürme prosedürlerine iyi dayanır ve uluslararası ticaret için önerilir. İkinci ve üçüncü kaliteler uygun alıcılara taze transfer edilmelidir. Dolayısıyla bir embriyonun nakil ya da dondurulmasının uygun olup olmadığı konusundaki karar değerlendirmeyi yapan kişinin uzmanlığına ve tecrübesine dayanmaktadır (Bó ve Mapletoft, 2013).

Toplama ve değerlendirme sırasında en fazla dikkat edilmesi gereken konu embriyoların transferinden ve dondurulmasından önce herhangi bir hasar verilmemesidir. Bu nedenle uygulama yapılacak oda uluslararası standartlarda temiz, eğer bu mümkün değilse tozdan arındırılmış alan olmalıdır. Mikroorganizmaların kontaminasyonundan kaçınmak için kullanılan tüm malzemeler steril olmalıdır.

Embriyo temas edecek her türlü madde ve kimyasal kontaminasyondan uzak tutulmalıdır. Özellikle kullanılacak plastik şırıngaların pistonlarında lastik bulunmamasına özen gösterilmelidir.

Yıkama sıvısında toplanan embriyoların transfer edileceği steril solüsyonun ısısı 37°C olmalıdır. Ultraviyole ışınları embriyoları olumsuz etkiler, bu nedenle uygulamanın yapılacağı laboratuvar direk güneş ışığından arındırılmalıdır. Pencereler bir film tabakası ile kaplanmalıdır.

Steril solüsyonlar petriye alındıktan sonra kapakları kapatılmıyorsa kolaylıkla uçabilirler ve konsantrasyonları değişebilir. Bu gibi değişiklikler de embriyoya zarar verebilir.

## **2. Sonuç**

Embriyo transferi çalışmalarında en önemli aşamalardan birisi embriyoların kalite ve gelişim evrelerinin belirlenmesidir. Kaliteli embriyoların seçimi, dondurulabilir ya da transfer edilebilir embriyoların belirlenmesi, gelişme dönemlerine ve kalitelerine göre embriyoların inkübasyonda bekletilmesi vb. yapılacak uygulamalar doğrudan kalite değerlendirmesini yapan uzmana bağlıdır. Embriyoların üretim yöntemlerine göre kalite ve morfolojik gelişim farklılıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Embriyo transferi çalışmalarında donörlerden

farklı gelişim evrelerinde olan embriyolar, boş zona ya da zonası zarar görmüş embriyolar, dejenere embriyolar ve oositler bir arada bulunabilmektedir. Farklı kalite ve gelişme evrelerindeki embriyoların belirlenmesi, değerlendirmeyi yapacak kişinin uzmanlık deneyimi çalışmalarının başarısını önemli ölçüde etkilemektedir. Embriyoların değerlendirilme kriterleri transfer edilecek, dondurulacak veya kullanılmayacak embriyoların belirlenmesi konusunda standart kararlar alınmasını sağlar.

## **Kaynaklar**

Barfield, J. (2015). Evaluation of in vitro-produced bovine embryos. CETA/ACTE & AETA Joint Convention – Niagara Falls, Ontario. Session: IVP vs IVD Embryo Evaluation. [https://www.aeta.org/docs/Evaluation\\_of\\_in\\_vitro\\_produced\\_bovine\\_embryos.pdf](https://www.aeta.org/docs/Evaluation_of_in_vitro_produced_bovine_embryos.pdf), pp. 1-8. Erişim Tarihi; 03 Nisan 2019.

Bó, G.A., Mapletoft, R.J. (2013). Evaluation and classification of bovine embryos. *Anim Reprod*, 10(3): 344-348.

Crosier, A.E., Farin, P.W., Dykstra, M.J., Alexander, J.E., Farin, C.E. (2000). Ultrastructural morphometry of bovine compact morulae produced in vivo and in vitro. *Biology of Reproduction*, 62: 1459-1465.

Curtis, J.L. (1991). Cattle embryo transfer procedure, 2nd ed., Academic Press, Inc., San Diego, California USA.

Hasler, J.F. (2000). In-vitro production of cattle embryos: problems with pregnancies and parturition. *Human Reproduction*, 15: 47-58.

Hasler, J.F., Mc Cauley, A.D., Lathrop, W.F., Foote, R.H. (1987). Effect of donor-embryo-recipient interactions on pregnancy rate in a large-scale bovine embryo transfer program. *Theriogenology*, 27: 139-168.

Kanagawa, H., Shimohira, I., Saitoh, N. (1995). Manual of bovine embryo transfer. Japan Live Technology Association.

Kara, U., Bekyürek, T. (2018). Östrus senkronizasyonu ve süperovulasyon öncesi gonadotropin uygulamasını takiben kısa süreli ekzojen progesteron verilen ve süperovulasyon uygulanan donörler ile klasik süperovulasyon metodu uygulanan donörlerin elde edilen embriyo sayısı ve kalitesi yönünden karşılaştırılması. Doktora Tezi, Erciyes Üniv Sağ Bil Ens, Kayseri, s.1-124.

Mapletoft, R.J. Ed. Morrow, D.A. (1986). Bovine embryo transfer. In: Current Therapy in Theriogenology. II. Philadelphia, PA: WB Saunders, pp. 54-63.

Perry, G. (2017). "Data Retrieval Committee reports; 2016 Statistics of embryo collection and transfer in domestic farm animals". International Embryo Technology Society(IETS), [https://www.iets.org/pdf/comm\\_data/IETS\\_Data\\_Retrieval\\_Report\\_2016\\_v2.pdf](https://www.iets.org/pdf/comm_data/IETS_Data_Retrieval_Report_2016_v2.pdf), 1-23, Erişim tarihi: 15 Mart 2019.

Pollard, J.W., Leibo, S.P. (1993). Comparative cryobiology of in vitro and in vivo derived bovine embryos. *Theriogenology*, 39: 287.

Pollard, J.W., Leibo, S.P. (1994). Chilling sensitivity of mammalian embryos. *Theriogenology*, 41: 101-106.

Rizos, D., Fair, T., Papadopoulos, S., Boland, M.P., Lonergan, P. (2002). Developmental, qualitative, and ultrastructural differences between ovine and bovine embryos produced in vivo or in vitro. *Molecular Reproduction and Development*, 62: 320-327.

Sağırkaya, H. (2009). Sığırlarda embryo transfer uygulaması ve Türkiye açısından önemi. *Uludağ Üniv Vet Fak Derg*, 28(2): 11-19.

Seidel, G.E., Seidel, S.M. Training manual for embryo transfer in cattle. FAO Animal Evaluation of embryos. Chapter 7. <http://www.fao.org/DOCREP/004/T0117E/T0117E00.htm>, Erişim Tarihi: 15 Mart 2019.

Shamsuddin, M., Larsson, B., Gustafsson, H., Gustari, S., Bartolome, J., Rodriguez-Martinez, H. (1992). 12th International congress on animal reproduction, 3: 1333-1335.

Smith, A.K. (2009). Embryo transfer –opportunities for vets and scientists. *Cattle Pract*, 17: 16-25.

Van Soom, A., de Kruif, A. (1992). A comparative study of in vivo and in vitro derived bovine embryos. 12th International Congress on Animal Reproduction, 3: 1363-1365.

Wright, Jr. R.W., Ellington, J. (1995). Morphological and physiological differences between in vivo- and in vitro-produced preimplantation embryos from livestock species. *Theriogenology*, 44: 1167-1189.

## Derleme

### Kışlık Buğdaydaki Sistemik Bir Hastalık: *Cephalosporium* Çizgi Hastalığı *Cephalosporium gramineum* (syn. *Hymenula cerealis*)

Esra GÜL<sup>1\*</sup>, Aziz KARAKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Dışkapı, Ankara

Sorumlu yazar: Tel: 0312 596 1139, e-mail: esragul@ankara.edu.tr

Geliş Tarihi:16.09.2018 / Kabul Tarihi: 02.06.2019

#### Özet

*Cephalosporium gramineum*'un neden olduğu *Cephalosporium* çizgi hastalığı toprak kaynaklı olup kışlık buğdayın vasküler bir solgunluk hastalığıdır. *Hymenula cerealis* hastalığın saprofit aşaması olarak kabul edilmiştir. Aynı alandaki hastalıklı bitkilerin oranı %100 olabilmekte ve ürün kayıpları %80'e kadar çıkabilmektedir. Hastalık yağışın yüksek olduğu yerlerde yaygın olarak görülürken daha ılıman, daha kurak ya da drenajın daha iyi olduğu topraklarda nadiren görülmekte veya hiç görülmemektedir. İlk enfeksiyonlar sonbaharda başlamakta olup inokulum bol olduğu zaman kış boyunca devam etmektedir. Konidilerin ksilem sıvısından yukarı doğru hareketi süresince patojen konukçusunu sistemik olarak istila etmektedir. Yaprak tabanından yaprak ucuna kadar uzanan kenarları düzensiz beyazımsı şeritler hastalığın tipik belirtisidir. Bunun dışında bodurlaşma ve ak başak oluşumu diğer önemli belirtileridir. Bu derlemede ülkemizde 2010 yılında tespit edilmiş olan *Cephalosporium* çizgi hastalığı etmeninin biyolojisi, konukçuları, mücadelesi ve şu anki durumu hakkında bilgi verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cephalosporium* Çizgi Hastalığı, *Cephalosporium gramineum*, *Hymenula cerealis*

### A Systemic Disease in Winter Wheat: *Cephalosporium* Streak Disease *Cephalosporium gramineum* (syn. *Hymenula cerealis*)

#### Abstract

*Cephalosporium* stripe is caused by soil-borne fungus *Cephalosporium gramineum* and it is mainly a vascular wilt disease of the winter wheat. *Hymenula cerealis* is regarded as the

saprophytic stage of this disease. Percentage of the diseased plants can be 100% in the same area and yield losses can reach up to 80%. Disease occurs commonly in the high rainfall zones and it is rarely or never seen in places with milder and drier climates or with well-drained soils. Infection starts in fall and continues during the winter when the inoculum is abundant. *C. gramineum* systemically invades the host during the upward movement of conidia in the xylem fluid. The whitish stripes which extend from the leaf base to the leaf tip are typical symptoms of the disease. Other important symptoms are stunting and formation of white heads. This disease has been reported in 2010 in Turkey. In this review, information related to biology, host range, control methods and current status of *Cephalosporium* stripe in Turkey is presented.

**Key words:** *Cephalosporium* Çizgi Hastalığı, *Cephalosporium gramineum*, *Hymenula cerealis*

## 1. Giriş

Buğday ülkemizde en temel ve vazgeçilmez besin kaynakları arasında yer almaktadır. TÜİK (2018) verilerine göre ülkemizde 2017 yılında 76 688 785 dekar buğday ekim alanından 21 500 000 ton verim elde edilmiştir. Buğdayda görülen hastalıklar zaman zaman önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir. Bunlar arasında sürme, rastık, pas, külleme, yaprak lekeleri ve kök ve kökboğazı çürüklükleri bulunmaktadır. Günümüzde başak hastalıkları ile mücadelede tohum ilaçlaması etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Buğdayda görülen önemli hastalıklardan olan pas hastalıklarında ise konukçu bitki dayanıklılığı önem kazanmaktadır. Buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan *Fusarium* spp. ve *Bipolaris sorokiniana* gibi etmenler yaygın olarak görülmektedir. Kök ve kök boğazı hastalıkları ile mücadele nispeten daha zordur. Bu etmenlerden *F. graminearum* ve *F. culmorum* gibi etmenler önemli zarar oluşturabilmekte ve aynı zamanda ak başak oluşumuna neden olabilmektedir.

Kışlık buğdayın ekildiği alanlarda ekonomik olarak önemli olabilen diğer bir toprak patojeni ise *Cephalosporium graminearum*'dur (Quincke ve ark., 2011). Sistemik bir hastalık olan *Cephalosporium* çizgi hastalığı ak başak oluşumuna neden olur ve bu belirti tarla koşullarında *F. graminearum* ve *F. culmorum* etmenlerinin belirtileriyle karıştırılabilir. *F. graminearum* ve *F. culmorum* türlerinde olduğu gibi (Trail, 2009), *Cephalosporium* çizgi

hastalığının da kimyasal mücadelesi zordur ve ekonomik değildir. Bu nedenle bu hastalıklarla mücadelede dayanıklı çeşitlerin ekilmesi ve münavebe ön plana çıkmaktadır.

İklim değişimi, insan faaliyetleri ya da patojenin uzak mesafelere yayılma yeteneği gibi nedenlerle hastalıklar etki alanını genişletebilmekte ya da yeni alanlara yayılabilmektedir. Özellikle ülkeye yeni giriş yapan hastalıklar uygun koşullar ve hassas konukçular buldukları zaman hızla yayılarak ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Ya da patojen bulunduğu bölgede daha önce ekonomik kayıplara neden olmazken, ortaya çıkan yeni virulent ırklar büyük kayıplara yol açabilmektedir. Bu nedenle ülkeye yeni giriş yapan hastalık etmenlerinin sürekli takip edilmesi gerekmektedir. Bu derlemede ülkemizde ilk kez 2010 yılında tespit edilmiş olan *Cephalosporium* çizgi hastalığı etmeninin, biyolojisi, konukçuları, mücadelesi ve ülkemizdeki durumu hakkında bilgi verilmiştir.

## 2. Hastalık etmeni

İlk kez 1930 yılında Japonya’da tanımlanmış olan *C. gramineum* daha çok kışlık buğdayı etkileyen vasküler bir solgunluk hastalığıdır (Mundt, 2010; Vazquez ve ark., 2015).

İyi gelişmiş sporodokyum ile karakterize edilen *Hymenula cerealis* patojenin saprofit aşaması olarak kabul edilirken *C. gramineum* enfekteli bitkilerden izole edilen aktif aşamasıdır (Bruehl, 1963).

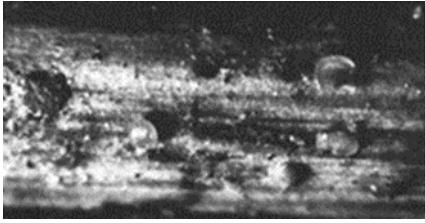
Japonya, Amerika ve Avrupa’dan elde edilmiş *C. gramineum* izolatlarındaki genetik varyasyonu araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada IGS gen bölgesinin RFLP analizine göre izolatlarda dört genotip belirlenmiştir (Baaj ve Kondo, 2011).

*C. gramineum*’un iki izolatının buğday çeşitlerindeki virülens farklılığına dayanarak, hastalık etmenin ırklarının olabileceği önerilmiştir (Van Wert ve ark., 1984). Ancak başka bir çalışmada, patojenik varyasyonu ya da virülensin varlığını gösterecek çeşit-izolat interaksiyonu belirlenememiştir (Cowger ve Mundt, 1998).

## 3. Etmenin Biyolojisi

Hastalık etmeni toprakta ya da enfekteli bitki artıklarında konidi halinde bulunmaktadır (Martyniuk, 2007; Mundt, 2010). Belirti göstermeyen bitkilerden de düşük oranda enfekteli tohumların oluşabileceği belirtilmektedir (Murray, 2006).

Her ne kadar hastalıklı tohumlardan gelişen bitkilerde hastalığın gelişimi düşük olsa da hastalıklı tohumların patojenin yeni alanlara girişi ve epideminin başlatması konusunda önemli bir inokulum kaynağı olabileceği belirtilmektedir (Murray, 2006). Sporodokyum ölü bitki artığı ya da hastalığın bulunduğu alandaki kışlık buğdayın samanında 4-8 hafta içinde oluşmaktadır (Bruehl, 1963; Wiese ve Ravenscroft, 1978). Sporodokyum başlangıçta konveks iken zamanla düzleşmektedir (Wiese ve Ravenscroft, 1978). Etmenin tek hücreli  $0.8-1.5 \times 2-4.5 \mu\text{m}$  büyüklüğündeki şeffaf konidileri mukozamsı kitlelerde oluşmaktadır (Bruehl, 1963; Mundt, 2010) (Şekil 1). *C. gramineum* sporodokyum haricinde de konukçu bitki artıklarında kolaylıkla spor oluşturabilmektedir (Wiese ve Ravenscroft, 1978). Sonbahar ve kış başlangıcında *Hymenula* döneminde oluşan sporlar yağmur yoluyla yayılmaktadır (Bruehl, 1963; 1968).



Şekil 1. Patojenin sporodokyumları (Wiese ve Ravenscroft, 1978).

Bitkilerde ilk enfeksiyon sonbaharda başlamakta olup, inokulum bol olduğu zaman kış boyunca da devam etmektedir. Erken ekim hastalık oranının artmasına neden olmaktadır (Stiles ve Murray, 1996).

Konidilerin böcek zararı, nematod zararı ve mekanik yaralanmalar sonucu açılan yara dokusundan buğdayın köküne giriş yapabileceği belirtilmektedir (Mundt, 2010; Quincke ve ark., 2014). *C. gramineum* seminal kökler, kök boğazı ve saptan sıklıkla izole edilmesine karşın alt boğum arasından nadiren izole edilmiştir (Stiles ve Murray, 1996). Bitkide yara dokusu olmadığında da patojenin enfeksiyon yapabildiğine dair bulgular bulunmaktadır (Love ve Bruehl, 1987; Anderegg ve Murray, 1988).

Patojen penetrasyona kolaylık sağlayan apresoryum benzeri yapılar oluşturmaktadır (Douhan ve Murray, 2001). 10-15 günlük inkubasyon periyodundan sonra bitkide belirtiler oluşmaktadır (Klos ve ark., 2012).

Vasküler sistemdeki konidilerin ksilem sıvısında yukarıya doğru hareket etmesiyle bitkinin tüm toprak üstü aksamaları sistemik olarak istila edilmektedir (Bruehl, 1957; Bruehl ve Lai, 1966). Fungus daha çok bitkinin köklerinden üst yapraklarına doğru sistemik olarak yayılmaktadır ancak çift yönlü yayılmanın olabileceği de rapor edilmiştir (Wiese, 1972).



Pektik maddeler, spor kitleleri ve hif bazı ksilem demetlerini tamamen tıkamaktadır (Spalding ve ark., 1961). Ksilem damarlarının tıkanmaya başlaması bitkideki sıvı hareketini engellemekte ve vasküler sistemde kahverengi renk değişimi meydana gelmektedir (Bruehl, 1957). Tıkanıklığın az olduğu yerlerde bile vasküler sistemde kahverengi renk değişiminin meydana gelmesi, ağır bir şekilde enfekte olmuş alanlardan üst kısımlara doğru zararlı metabolitlerin hareket ettiğini göstermektedir (Bruehl, 1957).

Patojenin ürettiği Graminin A bileşiği üzerinde yapılan çalışmalarda, Kobayashi ve Ui, (1979), Graminin A toksik bileşiğinin  $25 \mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonda yapraklarda sararmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Van wert ve ark., (1986) *in vitro* koşullarda Graminin A' nın patojenin virülensine etki etmediğini belirtirken, Rahman ve ark., (2001), Graminin A' nın tek başına ya da patojenin ürettiği diğer bileşiklerle birlikte bitkide toksik etkiye neden olabileceğini belirtmişlerdir.

#### 4. Hastalığa Etki Eden Faktörler

*Cephalosporium* çizgi hastalığının oranı ve şiddeti hem toprak pH'sı hem de toprak neminden etkilenmektedir (Anderegg ve Murray, 1988).

Hem sera hem de arazi denemelerinde 4.5' un altındaki pH'larda toprak asitliğindeki artışla birlikte buğdayda *Cephalosporium* çizgi hastalığının arttığı belirtilmiştir (Love ve Bruehl, 1987). Buğday çeşidine göre toprak pH'sından etkilenme durumu da farklılık gösterebilmektedir. Bazı bitkiler köklerdeki fiziksel zararın düşük olduğu durumlarda bile asidik topraklarda enfekte olabilmektedir (Love ve Bruehl, 1987). Hastalık yağışın yüksek olduğu yerlerde yaygın olarak görülürken daha ılıman, daha kurak ya da drenajın daha iyi olduğu topraklarda nadiren görülmekte veya hiç görülmemektedir (Bruehl, 1968).

Düşük sıcaklık patojenin hem gelişimini hem de hayatta kalmasını olumlu yönde etkilemektedir (Quincke ve ark., 2014). Hassas hububat çeşitleri ve diğer çim bitkileri etmenin inokulum miktarının artmasına neden olmaktadır. Hastalık özellikle hassas hububat çeşitlerini takiben buğday ekiminin yapıldığı yerlerde şiddetli olarak görülmektedir (Mundt, 2010).

#### 5. Hastalığın Belirtileri

*C. gramineum* hastalık için koşulların uygunluğuna bağlı olarak geniş bir belirti dizisi oluşturmaktadır (Rahman ve ark., 2001).

Hastalığın tipik belirtisi yaprak ucundan yaprak tabanına kadar uzanan ve sayıları 4'e kadar çıkabilen kenarları düzensiz uzun beyazımsı şeritlerdir (Bruehl, 1956). Şeritler zamanla nekrotik bir hale gelmektedir (Mundt, 2010).

Şeritler bütün yapraklarda ya da hastalıklı bitkilerin bütün sürgünlerinde gelişmeyebilir. Alt yapraklar genellikle erkenden ölebileceği için, belirtiler üst kısımlarda bulunan genç yapraklarda daha belirgindir (Quincke ve ark., 2014) (Şekil 2). Kış sonlarında ya da bahar başlangıcında, enfekteli bitki yapraklarında bazen mozaik benzeri sararma olmaktadır. Bu tip yapraklar çizgi oluşumu gerçekleşmeden de ölebilmektedir (Mundt, 2010).



Şekil 2. Hastalığın tipik belirtisi (Quincke ve ark., 2014).

Hastalığın ilerleyen aşamasında fungus meristemde gözlemlenir ve sap oyuklarında bile grimsi fungal örtü gözlemlenmektedir (Bruehl, 1957). Hasada yakın dönemde enfekteli bitkilerin sap boğumları ve boğum altları koyulaşabilmektedir (Mundt, 2010).

Şiddetli derecede enfekte olan sapsal bodur kalmakta, ak başak oluşturarak erken olgunlaşmakta ve buruşuk tohumlar oluşabilmektedir. Bodurlaşmanın şiddetli ve ak başak oluşumunun fazla olduğu zamanlarda ürün kayıpları artmaktadır. (Quincke ve ark., 2014).

Tane sayısının ve tane büyüklüğünün azalması verim kaybına neden olmaktadır (Quincke ve ark., 2012). Hastalıklı buğdaylarda taneler daha az nem içermekte ve hızlı olgunlaşmaktadır (Spalding ve ark., 1961). Büzüşmüş tanelerde karbonhidrat kaybına bağlı olarak protein yüzdesinde nispi bir artış olmaktadır (Johnston ve Mathre, 1972).

## 6. Konukçuları

Bu hastalık daha çok kışlık buğdayı etkilemesine rağmen, bahar aylarında ekilmiş hububatta da benzer belirtiler görülmektedir (Richardson ve Rennie, 1970).

Kışlık arpa kışlık buğdaya göre hastalıktan daha az etkilenmektedir (Bruehl, 1968). Çavdar bitkisinde ve malç olarak kullanılan çavdar samanlarında da hastalık rapor edilmiştir (Jones ve ark., 1980). Hastalık *Gramineae* familyasının diğer bitkilerinden *Avena fatua*, *Agropyron repens*, *Agrostis exarata*, *Bromus breviaristatus*, *Bromus tectorum*, *Dactylis glomerata*, *Elymus glaucus*, *Phleum pratense* ve *Poa bulbosa* da saptanmıştır (Bruehl, 1968).

## 7. Mücadele Yöntemleri

Ülkemizde ve dünyada bu hastalığın kimyasal mücadelesi için yaprağa, toprağa ya da tohumu uygulanabilecek ruhsatlı ilaç bulunmamaktadır (Quincke ve ark., 2014).

*In vitro* koşullarda yapılan fungusit denemelerinde olumlu sonuçlar alınmakta ancak arazi koşullarında ilaçlar genellikle aynı etkiyi göstermemektedir.

Benzimidazole sistemik fungusitlerinin sera koşullarında yetiştirilen kışlık buğdayda *C. gramineum*'u azalttığı, ancak arazi koşullarında ticari olarak kullanılabilir düzeyde etkili olmadığı belirtilmiştir (Murray, 1988).

*C. gramineum*' un kimyasal ve biyolojik mücadelesine yönelik yapılan bir çalışmada, *in vitro* koşullarda bazı ticari preparatların fungusun gelişimini engellediği belirlenmiş olup ayrıca bir *Pseudomonas* streyni *in vitro* koşullarda tohum üzerindeki patojenin sporulasyonunu önemli derecede azaltmıştır. Arazi koşullarında ise kışlık buğdayda %45 thiuram+%20 carbendazim etkili maddeli ticari fungal preparatın fungusun sporulasyonunu önemli derecede azalttığı ve etkili bir koruma sağladığı belirtilirken, bakteri uygulamasının ise genellikle etkisiz olduğu belirtilmiştir (Martyniuk ve ark., 2007).

*Medicago* türlerinden elde edilmiş saponinlerin farklı dozları (10-100 µg ml<sup>-1</sup>) mısır unu agarı (CMA) ortamına uygulandığında patojenin misel gelişiminin engellendiği bildirilmiştir (Martyniuk ve ark., 2004).

Bazı fungusitlerin *C. gramineum* üzerinde etkinliğinin değerlendirildiği diğer bir çalışmada, fungusit uygulanan alanlarda hastalığın etkili bir şekilde kontrol edilemediği belirlenmiştir. *In vitro* koşullarda ise fenpropiomorph ve pyraclostrobin+epoxiconazole etkili maddeli ilaçların patojeni tamamen engellediği tespit edilmiştir (Wachowska ve ark., 2018).

Hastalığa karşı dayanıklılıkta melezleme çalışmaları için kullanılabilir genetik kaynakların araştırıldığı bir çalışmada *Thinopyrum intermedium* ve *Th. ponticum* türlerinin üç ve altıncı kromozomlarında bulunan genlerin dayanıklılıktan sorumlu olduğu belirlenmiştir. Dayanıklılık genlerini içeren tek bir kromozom ya da kromozom segmentinin genetik stok

üretmek için buğdaya aktarılabileceği belirtilmiştir. Böylece ıslah çalışmalarıyla dayanıklı buğdayların elde edilebileceği belirtilmiştir (Li ve ark., 2008).

Kültürel mücadelede enfekteli bitki artıkları tarladan uzaklaştırılmalı, yakılmalı ya da 8 cm den daha derine gömülmelidir (Mundt, 2010). Toprak Ph'sının düşük olması durumunda toprağa kireç uygulaması yapılarak hastalığın şiddeti azaltılabilir (Quincke ve ark., 2014).

Ekimin geciktirilmesi ve ürün rotasyonu ile hastalık bir dereceye kadar kontrol edilebilmesine rağmen, dayanıklı çeşitlerin kullanılması hastalığı kontrol etmek için en pratik yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Mathre ve ark., 1985).

Ülkemizde bu hastalıkla ilgili yapılan çalışmada dayanıklı ve orta derecede dayanıklı buğday çeşitlerinin bulunduğu belirtilmektedir (Hakan Hekimhan, kişisel görüşme). Hastalık şiddeti ve takip eden sezondaki inokulum miktarını azaltmak için orta derecede dayanıklı çeşitlerin de kullanılabilirliği belirtilmektedir (Vazquez ve ark., 2015).

Dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde yabancı buğdaygiller önemli dayanıklılık kaynaklarıdır. Buğdayın akrabaları olan *Thinopyron intermedium* ve *Elytrigia elongata*'un *C. gramineum*'a daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Mathre ve Johnston, 1990). *Triticum aestivum* ve *T. tauschii* orta derecede ve kısmen dayanıklı reaksiyon gösterirken, *Agropyron elongatum*, *A. intermedium* ve *Agrotriticum* spp. oldukça dayanıklıdır (Mathre ve ark., 1985).

Konukçu dayanıklılığı *Cephalosporium* çizgi hastalığını kontrol etmek için en iyi yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle dayanıklı çeşit geliştirmeye yönelik yapılan bir çalışmada, hastalığa dayanıklılıktan sorumlu genomik bölgeleri belirlemek, moleküler markörleri araştırmak ve hastalığa dayanıklılığın kalıtımını karakterize etmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda markör yardımcı seleksiyondan önce gen keşfedilmesi için uygulanması gereken temel bir adım olan QTL analizi gerçekleştirilmiştir. *Cephalosporium* hastalığına dayanıklılık için en az üç veya dört dayanıklı QTL kombinasyonunun kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Quincke ve ark., 2011).

Genetik haritalama yaklaşımları, kışlık buğday populasyonlarındaki hastalığa dayanıklılık ile ilişkili genomik bölgelerin belirlenmesinde kullanılabilir. Hastalığa dayanıklılık ile ilişkili buğday genomundaki genetik markörlerin ortaya çıkarılması dayanıklı buğday çeşitlerinin geliştirilmesini hızlandıracaktır (Froese ve ark., 2016).

## 8. Hastalığın Ülkemizdeki Durumu

Bu hastalık ülkemizde ilk kez Trakya bölgesinde tespit edilmiştir (Hekimhan, 2010; Hekimhan ve ark., 2011). Trakya bölgesinde 2006 yılında buğday alanlarındaki tarla bulaşıklılık oranının %13.21, 2007 yılında ise %8.93 olduğu rapor edilmiştir (Hekimhan ve Boyraz, 2011). Hastalıklı bitkilerin yapraklarında çizgi şeklinde kuruma, ana sapta kuruma ve kardeşlenmede artış olduğu gözlenmiştir (Hekimhan, 2010).

Hastalık 2009 yılında Doğu Akdeniz bölgesinin özellikle dağlık yüksek bölgelerinde ekmeklik buğday çeşitlerinde görülmüştür. Hastalığın belirtileri soğuk zararı ve besin noksanlıkları ile karıştırılmaktadır. Tipik belirtisinin yanında toprağa yakın 1. ve 2. nodlarda kahverengileşme, bodurlaşma, erken olgunlaşma ve ak başak oluşumu tespit edilmiştir (Hekimhan ve ark., 2011). Hastalık bu bölgede sadece Adana'nın Aladağ ilçesinde rapor edilmiştir (Ay ve Ünal, 2014).

Ege sahil kuşağında iki yıllık gözlemler sonucunda buğday tarlalarında *Cephalosporium* çizgi hastalığının varlığı %2,85 olarak saptanırken, arpada ise bu hastalığa rastlanmamıştır (Hekimhan, 2016).

KKTC'de yürütülen bir başka çalışmada ise arpada *Cephalosporium* çizgi hastalığının bulunduğu rapor edilmiştir (Hekimhan ve ark., 2014).

## 9. Sonuç

Hastalığın ülkemizde Trakya, Ege ve Akdeniz bölgesinde olduğu rapor edilmiştir. Hastalığın diğer bölgelerdeki durumu şu anda bilinmemektedir. Buğday ve arpa ile ilgili yürütülecek hastalık çalışmalarında bu patojenin de varlığı göz ardı edilmemelidir.

Hastalığın mücadelesinde kullanılacak ilaçların tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmalarda *in vitro* koşullarda elde edilen sonuçlar ile arazi koşullarında elde edilen sonuçlar genellikle farklılık göstermiştir (Murray, 1988; Wachowska ve ark., 2018). Arazi koşullarında kullanılan fungusitler genellikle patojen üzerinde etkili olmamıştır. Patojenin biyolojik mücadelesine yönelik çalışmalarda da aynı şekilde *in vitro* koşullardaki denemeler daha etkili olmuştur (Martyniuk ve ark., 2004; 2007).

Ülkemizde patojenin mücadelesinde kullanılacak ruhsatlı ilaçların bulunmaması nedeniyle bu konuya yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Patojenin *in vitro* ve arazi koşullarındaki denemelerde farklı sonuçlar vermesi nedeniyle, patojene yönelik yeni *in vitro* denemelerinin tasarlanması gerekmektedir. *In vitro* ve arazi denemelerinin tutarlı olması durumunda patojenin mücadelesinde kullanılacak ilaç formülasyonlarının geliştirilmesi hızlanacaktır.

Patojenin ırklarının olabileceği düşünülmeyle birlikte ırkların tespit edilmesini sağlayabilecek ayırıcı setler bulunmamaktadır. Bu nedenle çeşit-ırk uyumunu sağlayabilecek ayırıcı çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Hastalıkları kontrol etmek için çeşitlerin karışım halinde ekilmesi de tavsiye edilebilmektedir. Çeşit karışımlarının tek bir çeşidin ekimine göre daha fazla verim istikrarı gösterdiği de belirtilmektedir (Mundt, 2002). Bu nedenle bu hastalığın etkilediği alanlarda çeşit karışımlarının ekilmesi hem hastalık hem de verim açısından çiftçiye avantaj sağlayabilir. Bunun için ülkemizde hastalığa uygun çeşit karışımlarının belirlenmesi amacıyla, hastalık ve verim bakımından çeşit karışımlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Alt boğum araları iyi gelişmemiş çeşitlerde, seminal kökten sap kısmına patojenin hareketi artacağı için bu hastalığa hassasiyetin daha fazla olabileceği belirtilmiştir (Stiles ve Murray, 1996). İslah çalışmalarında alt boğum araları iyi gelişmiş çeşitlerin elde edilmesi hastalığa dayanıklı çeşitler elde edilmesini sağlayabilir.

Kışlık buğdaylarda ak başak yüzdesi ile toksik maddelere hassasiyet arasında ilişki bulunmaktadır. Bu toksik etkiye Graminin A tek başına ya da patojenin ürettiği diğer bileşiklerle birlikte katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, toksin duyarsızlığının bu hastalığa karşı dayanıklılıkta önemli mekanizmalardan olabileceği düşünülmektedir (Rahman ve ark., 2001).

Hastalığın belirti göstermeyen bitkilerde de bulunduğu moleküler olarak belirlenmiştir (Klos ve ark., 2012). Sağlıklı bitkilerin kontrol amacıyla test edilmesi hastalığın ilerlemesini engelleyebilecek tedbirlerin alınmasında etkili olabilir.

Patojene karşı ülkemizde kullanılacak dayanıklı çeşitlerin bulunduğu belirtilmektedir (Hakan Hekimhan, kişisel görüşme). Patojenin virülensinde değişimler gözlenmesi durumunda, dayanıklılıktan sorumlu gen bölgeleri tespit edilmiş olan yabancı buğdaygil çeşitleri kullanılarak, verim ve kalite durumu da göz önünde bulundurularak, dayanıklı çeşitler geliştirilebilir.

İklim koşullarının ve patojendeki virülensliğin değişimine bağlı olarak hastalık etmeninin daha büyük zarara neden olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle hastalığın bulunduğu, kışlık buğday ekiminin yapıldığı yerlerde inokulumu azaltacak kültürel

çalışmalara ağırlık verilmeli ve dayanıklı çeşitler ekilerek hastalığın ekonomik kayıplara neden olması engellenmelidir.

### **Teşekkür**

Katkılarından dolayı Dr. Hakan Hekimhan'a teşekkür ederiz.

### **Kaynaklar**

Ay, T., & Ünal G. (2014). Prevalence of *Cephalosporium* stripe (*Hymenula cerealis*) in the eastern mediterranean of turkey. Balkan Agriculture Congress, 8-10 September, 2014, Edirne.

Anderegg, J. C., & Murray, T. D. (1988). Influence of soil matric potential and soil pH on *Cephalosporium* stripe of winter wheat in the greenhouse. *Plant Disease*, 72: 1011-1016.

Baaj, D. W., & Kondo, N. (2011). Genotyping *Cephalosporium gramineum* and development of a marker for molecular diagnosis. *Plant Pathology*, 60: 730-738.

Bruehl, G. W. (1956). *Cephalosporium* stripe disease of wheat in Washington. *Phytopathology*, 46, 178-180.

Bruehl, G. W. (1957). *Cephalosporium* stripe disease of wheat. *Phytopathology*, 47: 641-649.

Bruehl, G. W. (1963). *Hymenula cerealis*, the sporodochial stage of *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology*, 53: 205-208.

Bruehl, G. W. & Lai, P. (1966). Prior colonization as a factor in the saprophytic survival of several fungi in wheat straw. *Phytopathology*, 56: 766-768.

Bruehl, G. W. (1968). Ecology of *Cephalosporium* stripe disease of winter wheat in Washington. *Plant Disease Reporter*, 52 (8): 590-594.

Cowger, C., & Mundt, C. C. (1998). A hydroponic seedling assay for resistance to *Cephalosporium* stripe of wheat. *Plant Disease*, 82: 1126-1131.

Douhan, G. W., & Murray, T. D. (2001). Infection of winter wheat by a J-glucuronidase-transformed isolate of *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology*, 91(3): 232-239.

Froese, P., Murray, T. D., & Carter, A. H. (2016). Quantitative *Cephalosporium* stripe disease resistance mapped in the wheat genome. *Crop Science*, 56: 1586-1601.

Hekimhan, H. (2010). Trakya bölgesinde buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler ve patojenisitelerini etkileyen bazı faktörler üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, Doktora Tezi, 134 s.

Hekimhan, H., & Boyraz, N. (2011). Trakya bölgesi buğday ekiliş alanlarında fungal kaynaklı kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalıklarının tespiti. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (3): 25-34.

Hekimhan, H., Dinçer, N., Boyraz, N., & Katırcıoğlu, Y. Z. (2011). Doğu Akdeniz bölgesi buğday ekilişlerinde yeni bir hastalık etmeni: *Hymenula cerealis* Ellis & Everh. (syn. *Cephalosporium gramineum* Y. Nisik & Ikata). 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, Bursa.

Hekimhan, H., Fidan, H., Güllü, M., Gözüaçık, C., & Konuksal, A. (2014). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti arpa (*Hordeum vulgare* L.) ekilişlerinde tespit edilen toprak üstü aksam fungal hastalıkları. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat, Antalya.

Hekimhan, H., Gencer, R., İmamoğlu, A., Pelit, S., Kalın, A. (2016). Doğu Akdeniz bölgesinde bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının bazı fungal hastalıklara karşı reaksiyonlarının belirlenmesi, Proje no: TAGEM-BS-13/12-01/02-02, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Bitki Hastalıkları Araştırmaları Proje Özetleri (08-12 Şubat 2016 /Antalya)

Johnston, R. H., & Mathre, D. E. (1972). Effect of infection by *Cephalosporium gramineum* on winter wheat. Crop Science, 12 (6): 817-819.

Jones, J. B., Jones, D. J., Roane, C. W., & Tillman, R. W. (1980). *Cephalosporium* stripe of cereals in Virginia. Plant Disease, 64: 325.

Klos, K. L. E., Vásquez-Siller, L. M., Wetzel, H. C., & Murray, T. D. (2012). PCR-based detection of *Cephalosporium gramineum* in winter wheat. Plant Disease, 96: 437-442.

Kobayashi, K., & Ui, T. (1979). Phytotoxicity and antimicrobial activity of graminin A, produced by *Cephalosporium gramineum*, the causal agent of *Cephalosporium* stripe disease of wheat. Physiological Plant Pathology, 14: 129-33.

Li, H., Conner, R. L. & Murray, T. D. (2008). Resistance to soil-borne diseases of wheat: Contributions from the wheatgrasses *Thinopyrum intermedium* and *Th. ponticum*. Canadian Journal of Plant Science, 88: 195-205.

Love, C. S., & Bruehl, G. W. (1987). Effect of soil pH on *Cephalosporium* stripe in wheat. Plant Disease, 71: 727-731.



Martyniuk, S., Bialy, Z., & Jurzysta, M. (2004). Antifungal activity of aerial parts and saponins of *Medicago* spp. against *Cephalosporium gramineum*. *Allelopathy Journal*, 13 (1): 75-82.

Martyniuk, S. (2007). Efficacy of biological versus chemical control of *Cephalosporium gramineum* on cereals. *Modern fungicides and antifungal compounds V: 15th International Reinhardsbrunn Symposium, Friedrichroda, Germany, May 6-10, 2007.*

Mathre, D. E., Johnston, R. H., & Martin, J. M. (1985). Sources of resistance to *Cephalosporium gramineum* in *Triticum* and *Agropyron* species. *Euphytica*, 34: 419-424.

Mathre, D. E., & Johnston, R. H. (1990). A crown barrier related to *Cephalosporium* stripe resistance in wheat relatives. *Canadian Journal of Botany*, 68 (7): 1511-1514.

Mundt, C. C. (2002). Performance of wheat cultivars and cultivar mixtures in the presence of *Cephalosporium* stripe. *Crop Protection*, 21: 93-99.

Mundt, C. C. (2010). *Cephalosporium* stripe. In: Bockus, W. W., Bowden, R. L., Hunger, R. M., Morrill, W. L., Murray, T. D., Smiley, R. W, eds. *Compendium of Wheat Diseases and Pests*, 3rd edn. St Paul, M. N, USA: APS Press, 23-26.

Murray, T. D. (1988). Soil application of benzimidazole fungicides for the control of *Cephalosporium* stripe in the greenhouse and field. *Plant Disease*, 72: 1054-1058.

Murray, T. D. (2006). Seed Transmission of *Cephalosporium gramineum* in winter wheat. *Plant Disease*, 90 (6): 803-806.

Quincke, M. C., Peterson, C. J., Zemetra, R. S., Hansen, J. L., Chen, J. L., Riera-Lizarazu, O., & Mundt, C. C. (2011). Quantitative trait loci analysis for resistance to *Cephalosporium* stripe, a vascular wilt disease of wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 122, (7): 1339-1349.

Quincke, M. C., Peterson, C. J., & Mundt, C. C. (2012). Relationship between incidence of *Cephalosporium* stripe and yield loss in winter wheat. *International Journal of Agronomy*, 2012: 1-9.

Quincke, M. C., Murray, T. D., Peterson, C. J., Sackette, K. E., & Mundt, C. C. (2014). Biology and control of *Cephalosporium* stripe of wheat. *Plant Pathology*, 63: 1207-1217.

Rahman, M., Mundt, C.C., Wolpert, T. J., & Riera-Lizarazu, O. (2001). Sensitivity of wheat genotypes to a toxic fraction produced by *Cephalosporium gramineum* and correlation with disease susceptibility. *Phytopathology*, 91 (7): 702-707.

Richardson, M. J., & Rennie, W. J. (1970). An estimate of the loss of yield caused by *Cephalosporium gramineum* in wheat. *Plant Pathology*, 19: 138-140.

Spalding, D. H., Bruehl, G. W., & Foster, R. J. (1961). Possible role of pectinolytic enzymes and polysaccharide in pathogenesis by *Cephalosporium gramineum* in wheat. *Phytopathology*, 51: 227-235.

Stiles, C. M., & Murray, T. D. (1996). Infection of field-grown winter wheat by *Cephalosporium gramineum* and the effect of soil pH. *Phytopathology*, 86 (2): 177-183.

Trail, F. (2009). For blighted waves of grain: *Fusarium graminearum* in the post genomics era. *Plant Physiology*, 149: 103-110.

TÜİK. (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). (Erişim tarihi:10. 03. 2018).

Wachowska, U., Konopka, I., Duba, A., Goriewa, K., & Wiwart, M. (2018). The effects of various plant protection methods on the development of *Zymoseptoria tritici* and *Cephalosporium gramineum*, grain yield and protein profile. *International Journal of Pest Management*, 1-9.

Wiese, M. V. (1972). Colonization of wheat seedlings by *Cephalosporium gramineum* in relation to symptom development. *Phytopathology*, 62 (9): 1013-1018.

Wiese, M. V., & Ravenscroft, A. V. (1978). Sporodochium development and conidium production in *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology*, 68: 395-401.

Van Wert, S. L., Ravenscroft, A. V., & Fulbright, D. W. (1984). Screening wheat lines as seedlings for resistance to *Cephalosporium gramineum*. *Plant Disease*, 68: 1036–1038.

Van Wert, S. L., & Fulbright, D. W. (1986). Pathogenicity and virulence of *Cephalosporium gramineum* is independent of in vitro production of extracellular polysaccharides and graminin A. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 28: 299–307.

Vazquez, M. D., Zemetra, R., Peterson, C. J., & Mundt, C. C. (2015). Identification of *Cephalosporium* stripe resistance quantitative trait loci in two recombinant in bredline populations of winter wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 128: 329-341.