



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.
Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences
Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Silajlık ve Danelik Mısırlarda Kuru Madde Birikiminin Bazı Matematiksel Büyüme Modelleri ile Analizi

Ufuk KARADAVUT^a, Aşır GENÇ^b, Abdurrahman TOZLUCA^c, Çetin PALTA^d

^aBingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE

^bSelçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Konya, TÜRKİYE

^cSelçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Konya, TÜRKİYE

^dKonya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Konya, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Bitkisel Üretim

Sorumlu Yazar: Ufuk KARADAVUT, e-posta: ukaradavut@yahoo.com, Tel: +90(426) 213 25 50

Geliş tarihi: 04 Eylül 2008, Düzeltilmelerin gelişi: 11 Mayıs 2010, Kabul: 16 Haziran 2010

ÖZET

Bu araştırma Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazilerinde yürütülmüştür. Çalışmada C 955 silajlık ve DK 585 danelik mısır çeşitleri Richards, Gaussian ve Lojistik büyüme modelleri kullanılarak kuru madde birikimleri tanımlanmaya çalışılmıştır. Modeller karşılaştırılırken belirleme katsayısı (R^2), Hata Kareler Ortalaması (HKO), Model Etkinliği (ME), Ortalama Oransal Hata (OOH), Ortalama Kareler Varyasyonu (OKV) ve Yanlılık ($Bias$) değerleri dikkate alınmıştır. Sonuç olarak, Richards modelinin hem silajlık hem de danelik mısırdaki kuru madde birikimini en iyi tanımladığı görülmüşken, lojistik modelin en az tanımlayan model olduğu görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Bitki büyüme modelleri; Karşılaştırma ölçütleri; Mısır

Analysis of Dry Matter Accumulation Using Some Mathematical Growth Models in Silage and Seed Corns

ARTICLE INFO

Research Article — Crop Production

Corresponding author: Ufuk KARADAVUT, e-mail: ukaradavut@yahoo.com, Tel: +90(426) 213 25 50

Received: 04 September 2008, Received in revised form: 11 May 2010, Accepted: 16 June 2010

ABSTRACT

This study was carried out at Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute's experimental areas. C 955 and DK 585 were used as material. Richards, Gaussian and Logistic growth models were used for describing plants growth. Coefficient of determination (R^2), mean squared error (MSE), model efficiency (ME), mean rational error (MRE), mean squared variation (MSV) and Bias were used as comparison criteria. As results, Richards model described dry matter accumulation of silage and seeds corns better than Gaussian and Logistic growth models. Logistic growth equation described dry matter accumulation of silage and seeds corns worse than others growth.

Keywords : Plant growth models; Comparison criteria; Corn

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Büyüme, canlıların en önemli biyolojik özelliklerinden birisidir. Büyüme, genel anlamda tek hücrelilerden yüksek organizmalara kadar bütün canlılarda boy, ağırlık ve hücre sayısı bakımından zamana bağlı olarak meydana gelen artışları ifade etmektedir. Büyüme canlıdan canlıya değişme göstermektedir. Silajlık mısır ile danelik mısır farklı özelliklere sahiptir. Hem yetiştirme özellikleri hem de genotip olarak ciddi anlamda farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar bitkilerin büyüme ve gelişmelerini de etkilemektedir (Kırtok 1998). Bu nedenle mısır bitkilerinin büyümesi farklı matematiksel modeller kullanılarak tanımlanmaya çalışılmaktadır.

Yapılan çalışmalarda tespit edilen büyümenin biyolojik anlamda yorumlanabilir parametreleri içermesi çok önemlidir. Büyümeyi ifade eden bir fonksiyon biyolojik olarak açıklanamıyorsa bir anlam ifade etmeyecektir. Ancak, çeşitli dönemlerde alınmış veriler kullanılarak tahminlenen matematiksel büyüme modeli ile büyümenin biyolojik sürecini açıklamak ve büyümeyle etkili faktörleri tespit etmek mümkün olabilmektedir (Brown et al 1976; Torre & Rankin 1978; Behr et al 2001).

Allison (1969), mısır bitkilerinden birer hafta arayla 10 hafta boyunca aldığı ölçümlerde yaprak alanı büyümesini ve yaprak ağırlığındaki artışı bir doğrusal model ile belirlemeye çalışmıştır. Rakamları orijinal haliyle ve logaritmik dönüşüm uygulayarak analiz etmiştir. Sonuçta ölçüm değerleri arasında ciddi farklılıklar oluştuğunda logaritmik dönüşüm yapmanın faydalı olabileceğini belirtmiştir. Prasad et al. (1983), Deccan Hibrid ve Deccan 101 mısır çeşitlerinde bitki büyümesini tanımlamak için 1. dereceden 4. dereceye kadar çok terimli ve üssel çok terimli modelleri kullanmışlardır. Mısır çeşitlerinde büyüme esnasındaki kuru madde artışını tanımlamak için kullanılan her iki çeşit modellerden 4. dereceden modellerin büyümeyle daha iyi açıkladığını tespit etmişlerdir. Cerrato & Blacman (1990), azotlu gübreleme karşısında mısır bitkilerinin büyümesini tanımlamak için doğrusal, kuadratik, üssel ve karekök eşitliklerini kullanmışlardır. Karekök modeli %86 belirleme katsayısı ile en düşük açıklamaya sahip olurken, kuadratik %90.60

belirleme katsayısı ile en yüksek açıklamayı yapmıştır. Overman & Scholtz (1999), mısır bitkisinde azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin bitkideki kuru madde birikimini belirlemek için Gaussian çevresel fonksiyonu ve doğrusal-üssel büyüme eşitliğini kullanmışlardır. Erken dönemlerde yapılan çalışmalarda doğrusal-üssel eşitliklerin canlılardaki büyümeyle daha iyi tanımladığını belirtmişlerdir. Reid (2002), mısır bitkilerinin gübreleme ve sulama uygulaması altında büyüme ve verim performanslarını incelediği çalışmada, kuadratik modeli kullanmıştır. Bu modelin %92 belirleme katsayısı ile başarılı bir açıklama yaptığını belirtmiştir. Karadavut et al (2006), yaptıkları çalışmada mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin kuru ağırlıkça zamana bağlı olarak gerçekleşen büyümesini tanımlamada tek, iki ve üç aşamalı lojistik büyüme fonksiyonları kullanılmışlardır. İki yıl süreyle DK 585 ve NS 640 çeşitleri kullanılarak yürütülen çalışmada DK 585 ve NS 640 çeşitlerinde iki aşamalı büyüme eğrisi fonksiyonunun hata varyansı, otokorelasyon ve belirleme katsayısı bakımından en iyi tahminler olduğunu belirtmişlerdir. Palta et al (2007), P 3394 ve C-955 mısır çeşitlerinin zamana bağlı büyüme analizlerini yapmışlardır. Büyüme analizlerinde yaprak alanı indeksi, bitki büyüme oranı, kuru madde ve net asimilasyon oranları ölçülmüştür. Sonuç olarak C 955 çeşidinin fizyolojik özellikler bakımından P 3394 çeşidinden daha iyi performans gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Silajlık ve danelik mısırlarda görülen büyüme farklılıklarının bilinmesi bitkilerin daha iyi tanımlanması ve buna göre başarılı yetiştiricilik için faydalı olacaktır. Yapılan kaynak araştırmasında mısır büyümesinin tanımlanması için yapılan çalışmalar danelik mısırdaki kuru madde birikimi üzerine olurken, danelik ve silajlık bitkilerin büyümelerini karşılaştırmalı bir şekilde değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada danelik ve silajlık mısırların büyüme incelenmiş ve aralarında görülen farklılıklar daha açık bir şekilde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Silajlık ve danelik olarak yetiştirilen mısır bitkilerinin büyümelerini tanımlamada Ricahards, Gaussian ve Lojistik büyüme modelleri kullanılarak bitkilerin kuru madde birikimleri bakımından iki grubun karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Bu çalışma Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünün deneme arazilerinde yürütülmüştür. Denemede danelik DK 585 ve Silajlık C 955 mısır çeşitleri kullanılmıştır. Ekimde danelik ve silajlık bitkilere ait tohumlar 5 metre uzunluğundaki parsellere, 70 cm sıra arası ve danelikler 18 cm silajlıklar ise 8 cm sıra üzeri olacak şekilde 8'er sıra halinde ekilmişlerdir. Çıkiştan itibaren her 5 günde bir ve toplam 25 ölçüm yapılmıştır. Son ölçüm bitkilerin büyümelerinin durduğu ve olgunlaşmaya başladıkları zamanda yapılmıştır. Ölçümler 3 ayrı parselden ve her parselden bir bitki alınmak suretiyle tesadüfen seçilen 3 bitkiden alınmıştır. Bitkilere çıkıştan itibaren numara verilerek etiketlenmiş ve örnekleme yapılırken numaralar kuraya tabi tutulmuştur. Kura sonucu çıkan bitkiler örnek olarak alınmışlardır. Koçan çıkartmaya kadarki dönem için yapılan bu çalışmada bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek laboratuara götürülmüşlerdir. Daha sonra burada 105 derece sıcaklıkta 24 saat etüvde bekletildikten sonra kuru ağırlıkların belirlenmesi için yeniden tartılmışlardır.

Çalışmada bitkilerin zamana göre ağırlık artışlarının incelenmesinde Ricahards, Gaussian ve Lojistik modeller kullanılmıştır. Bu modeller incelenen kaynaklarda en çok kullanılan modeller olduğu için bizde bitkilerin kuru madde birikimlerini tanımlamada bu modelleri kullandık. Verilerin analizinde STATISTICA 6.0 istatistik paket programı kullanılmıştır (Statsoft 1995). Bu modeller şu şekilde gösterilmektedir;

Richards büyüme modeli;

$$Y = \alpha (1 + \beta e^{-\delta t})^\nu \quad (1)$$

Gaussian Büyüme Modeli;

$$Y = \alpha e^{(-\beta - T)^2 / (2 * \delta^2)} \quad (2)$$

Lojistik Büyüme Modeli;

$$Y = \frac{\alpha}{(1 + e^{(\beta - \delta * T)})} \quad (3)$$

Burada Y; çıkıştan hasat olgunluğuna gelene kadar tespit edilen ağırlık değerlerini, α ; üzerinde durulan özelliğın asimptotik limitini, β ; çıkıştan sonra ilk ağırlığın canlı ağırlığı, δ ; büyüme hızını ve ν ; eğrinin şekli hakkında bilgi veren ve tahmin edilen büyüme hızındaki büküm noktasını (inflexion point), e ise 2.718 değerindeki doğal logaritma tabanını ifade etmektedir. Gözlenen değer Y_i ve beklenen (tahmin edilen) değer $Y_i = E(\hat{Y}_i | X_i)$ olmak üzere; Modellerin etkinliklerini karşılaştırmak için şu ölçütler kullanılmıştır;

Belirleme katsayısı (R^2);

$$R^2 = \frac{RKT}{GKT} = \frac{\sum (\hat{Y}_i - Y)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (4)$$

şeklinde gösterilmektedir. *RKT*; Regresyon kareler toplamını gösterirken, *GKT*; genel kareler toplamını göstermektedir (Düzgüneş ve ark. 1987). Belirleme katsayısı 0 ile 1 arasında değişmektedir. 1'e yaklaştıkça modelin uyumu artmaktadır.

Hata kareler ortalaması (HKO);

$$HKO = \frac{HKT}{n} \quad (5)$$

şeklinde gösterilmektedir. *HKT*; Hata kareler toplamını gösterirken, *n*; gözlem sayısını ifade etmektedir (Draper & Smith 1981; Düzgüneş et al 1987; Seber & Wild 1989). *HKO* sıfıra en yakın olan model tercih edilmektedir.

Model etkinliği (ME);

$$ME = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\hat{Y}_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^{i=n} (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (6)$$

şeklinde gösterilir. Burada \hat{Y}_i ; i. beklenen değeri, Y_i ; i. gözlenen değeri ifade etmektedir. Model etkinliği değerinin %90'ın üzerinde olması

durumunda modelin etkin olduğuna karar verilir (Mohanty & Painuli 2004).

Ortalama oransal hata (OOH);

$$OOH = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{Y}_i - Y_i)}{Y_i} * 100}{n} \quad (7)$$

şeklinde gösterilmektedir. \hat{Y}_i ; i. beklenen değeri, Y_i ; i. gözlenen değeri ifade etmektedir. (Alexieava et al 1997). Oransal hata büyüdükçe model zayıflamaktadır.

Ortalama kareler varyasyonu (OKV);

$$OKV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(Y_i - \bar{Y}) - (\hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}}) \right]^2 \quad (8)$$

şeklinde gösterilmektedir. Y_i ; i. gözlenen değeri, \bar{Y} ; gözlenen değerler ortalamasını, \hat{Y}_i ; i. beklenen değeri, $\bar{\hat{Y}}$; beklenen değerlerin ortalamasını ifade etmektedir (Kobayashi & Salam 2000). OKV'nin büyük olması modelin zayıf olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

Yanlılık (Bias);

$$Bias = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)}{n} \quad (9)$$

şeklinde gösterilmektedir (Locher et al 2005). \hat{Y}_i ; i. beklenen değeri, Y_i ; i. gözlenen değeri ifade etmektedir. Bias değeri büyüdükçe modelin güvenilirliği azalmaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışmada, mısır çeşitlerine ait elde elde edilen kuru madde birikimleri Çizelge 1 'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde zaman ilerledikçe kuru madde birikiminin hem danelik hem de silajlık mısırlarda arttığı görülmektedir. Silajlık ve danelik olarak yetiştirilen C 955 ve DK 585 mısır çeşitlerinin kuru madde birikiminin

belirlenmesi için yapılan çalışmada Richards modeli ile yapılan karşılaştırma ile elde edilen sonuçlar Şekil 1 'de gösterilmektedir. Şekil 1 incelendiğinde bitkinin üst asimptot değerinin silajlık mısır ile danelik mısır arasında ciddi anlamda bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Silajlık mısırın alabileceği en üst sınır 266.69 g olurken, danelik mısırdaki bu 267.80 g'a kadar çıkabileceği tahmin edilmiştir. Ancak büyüme hızları silajlık mısırdaki daha hızlı olmuştur. Silajlık mısırdaki büyüme hızı 0.167 g gün⁻¹ olurken danelik mısırdaki bu değer 0.142 g gün⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Belirleme katsayıları yine birbirlerine yakın değer çıkmıştır. Ancak HKO değerleri ciddi anlamda farklılık göstermiştir.

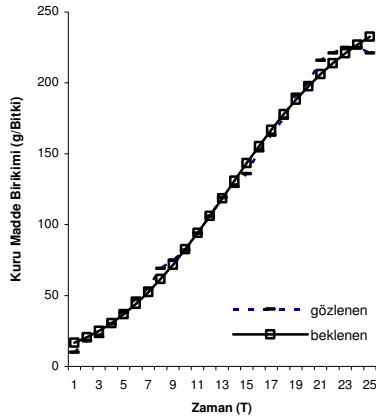
Bütün özellikler bakımından incelendiğinde belirleme katsayısının yüksek, HKO, OOH, OKV ve Bias değerlerinin düşük olması nedeniyle Richards modelinin danelik mısırdaki kuru madde birikimini silajlık mısıra göre daha iyi açıkladığı söylenebilir. Model etkinliği bakımından silajlık mısırdaki değer daha yüksek olmasına karşın, %90'ın üzerindeki değerleri alan modeller etkinlik bakımından aynı olarak değerlendirilmişlerdir.

Silajlık ve danelik olarak yetiştirilen mısır çeşitlerinin kuru madde birikiminin belirlenmesi için Gaussian modeli ile yapılan karşılaştırmadan elde edilen sonuçlar Şekil 2'de gösterilmektedir. Şekil 2 incelendiğinde bitkinin üst asimptot değerinde silajlık mısır ile danelik mısır arasında bir farklılık olsa da bunun çok yüksek olmadığı görülmektedir. Büyüme hızına bakıldığında silajlık mısırın büyüme hızının daha yüksek olduğu görülmektedir. Silajlık mısırdaki büyüme hızı 0.047 g gün⁻¹ olurken, danelik mısırdaki bu değer 0.045 g gün⁻¹ olarak tahmin edilmiştir.

Diğer karşılaştırma ölçütleri bakımından incelendiğinde genel olarak birbirine yakın değerler elde edildiği görülmektedir. Ancak HKO ve OKV silajlık mısırdaki düşük olurken, OOH ve Bias danelik mısırdaki düşük olmuştur. Bu özellikler dikkate alındığında en belirleyici faktörün HKO olduğu varsayımından dolayı silajlık mısırdaki kuru madde birikiminin daha iyi açıklandığı söylenebilir. Ancak, her iki modelin %90'ın altında ME değerine sahip olması nedeniyle etkin olmadıkları ifade edilebilir.

Çizelge 1-C955 ve DK585 mısır çeşitlerinde kuru madde birikimi (g bitki⁻¹)
Table 1-Accumulation of dry matter in C955 ve DK585 corn cultivars (g plant⁻¹)

Zaman	Ortalama		En düşük		En Yüksek		Standart Sapma	
	C955	DK585	C955	DK585	C955	DK585	C955	DK585
1	10.33	11.6	9.7	10.8	11.1	12.6	0.7	0.9
2	17.44	13.9	16.4	12.8	18.3	13.9	0.9	0.6
3	22.20	16.7	21.3	16.7	22.9	18.7	0.8	1.0
4	33.50	19.2	32.9	19.1	34.1	20.3	0.6	0.7
5	39.67	24.8	38.7	22.6	40.2	24.8	0.8	1.2
6	51.97	33.5	50.8	33.5	53.2	35.7	1.2	1.1
7	67.27	38.9	65.9	38.9	68.4	40.1	1.3	0.6
8	74.53	48.3	73.5	46.5	75.2	48.3	0.9	0.9
9	90.73	60.7	89.7	59.7	92.0	61.4	1.2	0.9
10	102.47	83.2	101.6	82.1	103.5	84.9	1.0	1.4
11	124.57	95.6	123.7	94.3	125.8	95.6	1.1	0.7
12	135.30	113.4	134.5	112.8	136.2	114.7	0.9	1.0
13	141.93	128.9	140.6	125.4	143.6	128.9	1.5	1.8
14	157.53	140.3	156.7	138.9	158.3	141.2	0.8	1.2
15	165.97	155.5	164.7	153.2	167.4	155.5	1.4	1.2
16	181.23	171.8	180.2	170.8	182.1	172.5	1.0	0.9
17	185.43	181.5	184.6	181.5	185.0	183.4	1.1	1.0
18	196.17	192.5	195.2	192.5	197.1	195.2	1.0	1.4
19	203.70	204.7	202.1	203.3	205.6	204.7	1.8	0.7
20	212.30	213.2	211.3	213.2	213.7	215.1	1.3	1.0
21	219.13	219.0	217.6	219.0	220.6	221.0	1.5	1.1
22	220.60	222.6	220.1	221.8	220.7	223.7	0.5	1.0
23	223.63	224.1	223.1	224.1	224.3	225.9	0.6	0.9
24	225.83	224.3	225.2	224.3	226.7	225.3	0.8	0.5
25	222.47	221.3	221.9	221.3	223.3	223.1	0.7	1.0



C 955 Mısır Çeşidi

$$Y = 266.69 (1 + 1.850 e^{-0.167 t})^{0.668}$$

Belirleme Katsayısı (R²); 0.9977,

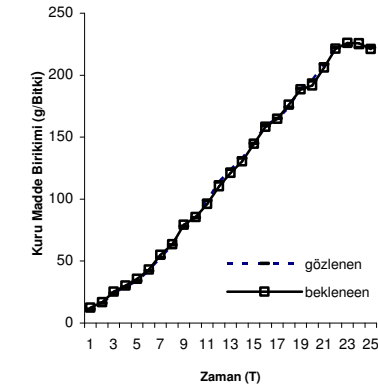
Hata Kareler Ortalaması (HKO); 23.46,

Model Etkinliği (ME); 96.78,

Ortalama Oransal Hata (OOH); 0.116,

Ortalama Kareler Varyasyonu (OKV); 23.45,

Yanlılık (Bias); 0.14



DK 585 Mısır Çeşidi

$$Y = 267.80 (1 + 0.444 e^{-0.142 t})^{0.280}$$

Belirleme Katsayısı (R²); 0.9981,

Hata Kareler Ortalaması (HKO); 4.18,

Model Etkinliği (ME); 94.20,

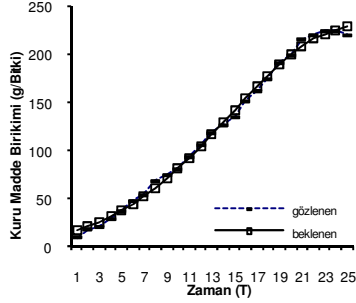
Ortalama Oransal Hata (OOH); 0.09,

Ortalama Kareler Varyasyonu (OKV); 4.17,

Yanlılık (Bias); -0.12

Şekil 1-C 955 ve DK 585 mısır çeşitlerinin kuru madde birikiminin Richards model ile tahmini

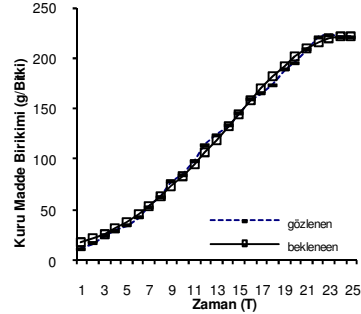
Figure 1-Estimation of dry matter accumulation in C 955 and DK 585 corn cultivars using Richards Model



C 955 Mısır Çeşidi

$$Y = 222.80 e^{(-24.690 - T)^2 (2 * (-0.047)^2)}$$

Belirleme Katsayısı (R²); 0.9969,
Hata Kareler Ortalaması (HKO); 16.56,
Model Etkinliği (ME); 84.35,
Ortalama Oransal Hata (OOH); 0.35,
Ortalama Kareler Varyasyonu (OKV); 16.38,
Yanlılık (Bias); 0.42



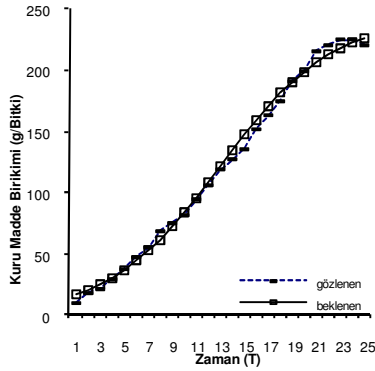
DK 585 Mısır Çeşidi

$$Y = 229.46 e^{(-25.792 - T)^2 (2 * (-0.045)^2)}$$

Belirleme Katsayısı (R²); 0.9984,
Hata Kareler Ortalaması (HKO); 16.94,
Model Etkinliği (ME); 89.98,
Ortalama Oransal Hata (OOH); 0.21,
Ortalama Kareler Varyasyonu (OKV); 16.87,
Yanlılık (Bias); 0.26

Şekil 2-C 955 ve DK 585 mısır çeşitlerinin kuru madde birikiminin Gaussian model ile tahmini

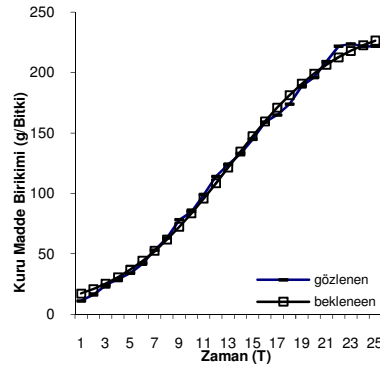
Figure 2-Estimation of dry matter acumulation in C 955 and DK 585 corn cultivars using Gaussian model



C 955 Mısır Çeşidi

$$Y = \frac{243.734}{(1 + e^{(2.801 - 0.2149 * T)})}$$

Belirleme Katsayısı (R²); 0.9984,
Hata Kareler Ortalaması (HKO); 30.61,
Model Etkinliği (ME); 82.91,
Ortalama Oransal Hata (OOH); 0.74,
Ortalama Kareler Varyasyonu (OKV); 29.80,
Yanlılık (Bias); 0.89



DK 585 Mısır Çeşidi

$$Y = \frac{255.68}{(1 + e^{(2.764 - 0.2004 * T)})}$$

Belirleme Katsayısı (R²); 0.9977,
Hata Kareler Ortalaması (HKO); 23.96,
Model Etkinliği (ME); 95.14,
Ortalama Oransal Hata (OOH); 0.19,
Ortalama Kareler Varyasyonu (OKV); 23.90,
Yanlılık (Bias); 0.24

Şekil 3-C 955 ve DK 585 mısır çeşitlerinin kuru madde birikiminin Lojistik model ile tahmini

Figure 3-Estimation of dry matter acumulation in C 955 and DK 585 corn cultivars using Logistic model

Silajlık ve danelik olarak yetiştirilen C 955 ve DK 585 mısır çeşitlerinin kuru madde birikiminin belirlenmesi için Lojistik modeli ile yapılan karşılaştırma ile elde edilen sonuçlar Şekil 3’de gösterilmektedir. Şekil 3 incelendiğinde bitkinin üst asimptot değerinde silajlık mısır ile danelik mısır arasında bir farklılığın olduğu görülmektedir. Silajlık mısırın alabileceği en üst sınır 243.73 g olurken, danelik mısırdaki bunun 255.68 g’ a kadar çıkabileceği tahmin edilmiştir.

Modeller kendi aralarında karşılaştırıldığında silajlık mısırdaki Richards modeli belirleme katsayısı 99.77 ve OOH ve Bias bakımından diğer modellere göre daha düşük değer almıştır. Model etkinliği de diğer modellerden daha yüksek bulunmuştur. Gaussian ve Lojistik modellerin etkinlik bakımından etkin olmadıkları görülmüştür. Ancak Gaussian modelinin HKO ve OKV’si diğer modellerden daha düşük çıkmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde Richards modeli silajlık mısırdaki daha iyi açıklarken, lojistik modelin en az açıklayan model olduğu söylenebilir.

Danelik mısır için modeller karşılaştırıldığında, Richards modelinin belirleme katsayısı hariç bütün özellikler bakımından diğer modellere göre daha iyi konumda olduğu görülmektedir. Belirleme katsayısı Gaussian modelinde daha yüksek olmasına karşın etkin bir model olmayışı (ME=89.98) ve diğer karşılaştırma ölçütleri bakımından Richards modelinden sonra gelmesi nedeniyle alt sırada yer almıştır. Lojistik model ise etkinlik indeksi bakımından yüksek değer ve OOH bakımından Gaussian modeline göre düşük olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde Richards modelinin danelik mısırdaki kuru madde birikimini en iyi şekilde tanımladığı, lojistik modelin ise en az tanımladığı görülmüştür.

Mısır tarımı yapılan işletmelerde en önemli olan faktör, bitkilerin koçan ve tepe püskülü çıkarma dönemlerinin mümkün olduğunca çabuk gelmesi ve silaj değerinin ve dane tutma miktarının azalmamasıdır. Bitkilerin tepe püskülü ve koçan çıkartma dönemleri bitkilerin genotiplerine bağlı olduğu gibi çevresel etmenlerinde doğrudan etkisindedir. Özellikle çıkıştan itibaren yabancı ot kontrolü, boğaz doldurma, gübreleme ve bitkinin

ihtiyaç duyduğu dönemde yapılacak sulama büyüme ve gelişmesini ciddi anlamda etkilemektedir. Buna bağlı olarak ta bitkilerin büyümelerini tanımlamak için yapılan çalışmalarda farklılıklar oluşmaktadır. Mısır bitkisinin büyümesi için yapılan çalışmalarda genel olarak farklı modellerin kullanılması bunu çok iyi açıklamaktadır (Sade 2002; Allison 1969; Prasad et al 1983; Cerrato & Blacman 1990; Overman & Scholtz 1999; Reid 2002).

Mısırdaki yalnızca bütün bitki olarak değil aynı zamanda organların büyüme hızları da farklı olmakta ve bu çevreden doğrudan etkilenmektedir (Li 1996, Birch et al 1998). Yaptığımız çalışmada kuru madde birikiminin bütün bitki ele alınarak değerlendirilmiş olması nedeniyle organların büyüme hızları farklı olmuş ve çevreden etkilenmiş olabilirler. Yapılan çalışma Li (1996) ve Birch et al (1998) araştırmacıların çalışmaları ile aynı paralelliktedir. Palta et al (2007)’nin yaptığı çalışmada C 955 çeşidinin fizyolojik performans olarak daha üstün özellikler gösterdiğini belirten sonuçları, yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz C 955 çeşidinin büyüme hızının daha yüksek olmasını daha iyi açıklamaktadır.

4. Sonuçlar

Büyümenin tanımlanması özellikle tarımsal uygulamaların zamanlarının en iyi şekilde tespit edilmesi açısından önem taşımaktadır. Üst gübrenin ne zaman verileceği, sulamanın ne zaman yapılacağı gibi uygulamalar büyümenin belirli devresinde çok önem taşır. Danelik ve silajlık mısır bitkilerinin büyüme hızlarının belirlenmesi için yapılan bu çalışmada Richards modelinin diğer modellerden daha iyi tanımladığı görülmüştür. Kuru madde birikimi bakımından silajlık bitkilerin daneliğe göre daha hızlı birikim yaptığı belirlenmiştir.

Kaynaklar

Alexieava SG, Stoimenova IA & Mikova AG (1997). A Dynamic modelling of the reproductive process of zea mayze. First European for Information Technology in Agriculture 15-18 June 1997, Copenhagen

- Allison R (1969). An investigation on functional models for fertilizer response studies. *Journal of Indian Social Agriculture* **18**: 45-61
- Behr V, Hornick J L, Cabaraux J F, Alvarez A & Istasse L (2001). Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms. *Livestock Production Science* **71**: 121-130
- Birch C J, Hammer G L & Rickert K G (1998). Improved methods for predicting individual leaf area and leaf senescens in maize (*Zea mays*). *Australian Journal Agricultural Research* **49**: 249-262
- Brown J E, Fitzhung H A & Cartwright T C (1976). A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *Journal of Animal Science* **42**: 810-818
- Cerrato M E & Blacman A M (1990). Comparison of models for comparison yield response to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal* **82**: 138-143
- Draper NR & Smith H (1981). Applied Regression Analysis. 2 nd. Ed. Wiley: New York
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O & Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021. Ankara
- Karadavut U, Genç A, Palta Ç, Aksoyak Ş & Tezel M (2006). Mısır (*Zea Mays L.*) Bitkisinde Taze Ve Kuru Ağırlık Artışı Bakımından Tek Ve Çok Aşamalı Büyüme Analizi. 5. İstatistik Günleri Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2006. Antalya
- Kırtok Y (1998). Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaelik Basım ve Yayınevi, İstanbul
- Kobayashi K & Salam M U (2000). Comparing simulated and measured values mean squared deviation and its components. *Agronomy Journal* **92**: 345-352
- Li S K (1996). Study on source properties of different genotypes of corn. Ph. D. Thesis. China's Agric. Univ. Beijing
- Locher F, Heuwinkel W, Guster R & Schmidhalter U (2005). The legume content multispecies mixture as estimated with near infrared reflectance spectroscopy; Method Validation. *Agronomy Journal* **97**: 18-25
- Lopez de Torre G & Rankin B J (1978). Factors affecting growth curve parameters of Hereford and Brangus cows. *Journal of Animal Science* **46**: 604-613
- Mohanty M & Painuli D K (2004). Modelling rice seedling emergence growth and under tillage and residue management in a rice-wheat system on vertisol in Central India. *Soil and Tillage Research* **76**: 167-174
- Overman A R & Scholtz R V (1999). Model for accumulation of dry matter and plant nutrients by corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **30**: 2059-2081
- Palta Ç, Sade S, Soylu S, Karadavut U, Aksoyak Ş, Tezel M & Özer E (2007). Mısırdaki Büyüme Analizleri. Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi. 25-27 Haziran 2007, Erzurum
- Prasad T V R, Krishnamurty K, Devendra R & Kailsam C (1983). Polinomial functional models to simulate crop growth in maize (*Zea mays L.*) cultivars. *Journal Agronomy and Crop Science* **171**: 55-64
- Statsoft (1995). StatSoft, Inc. <http://www.statsoft.com/>
- Reid J B (2002). Yield response to nutrient supply across a width range of conditions 1. Model derivation. *Field Crop Research* **77**: 161-171
- Seber G A F & Wild C J (1989) Nonlinear Regression. John Wiley and Sons. New York