



Statistical Process Control Approach in the Evaluation of Sowing Quality in Corn Cultivation in Tokat-Kazova

Engin Özgöz^{1,a,*}, Ebubekir Altuntaş^{1,b}, Abdullah Kasap^{2,c}

¹Biosystem Engineering Department, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

²District Directorate of Agriculture and Forestry, 60800 Pazar/Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Research Article</i> Received : 03/09/2020 Accepted : 01/11/2020 Keywords: Sowing quality Plant spacing uniformity Seeding depth uniformity Statistical Process Control Corn sowing	In this study, it was aimed to evaluate of the quality of the sowing process applied by 10 different producers in their fields in Tokat / Kazova, in the cultivation of grain corn, by Statistical Process Control. In determining of the quality of the sowing process, plant spacing uniformity, seeding depth uniformity and ratio of plant emergence were used. Acceptable plant spacing, the multiples ratio and the miss ratio were determined for planting spacing uniformity on the row. Plant emergence ratio values varied between 59.60% (D field) and 93.13% (B field) in the trial areas. Acceptable plant spacing, the multiples ratio and the miss ratio values ranged from 65.56% - 90.24%, 4.02 - 15.69% and 5.11% - 12.91%, in the trial areas, respectively. It was concluded that the sowing process is generally 'Moderate' and 'Inadequate' according to the parameters of plant spacing uniformity. Similarly, individual and moving range quality charts prepared for statistical quality control of plant spacing uniformity and seeding depth uniformity showed that the sowing process was not under control. According to these results, it is necessary to take precautions regarding the factors that negatively affect the quality of the sowing process for sustainable agricultural production.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(12): 2664-2676, 2020

Tokat-Kazova'da Mısır Yetiştiriciliğinde Ekim Kalitesinin Değerlendirilmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Yaklaşımı

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<i>Araştırma Makalesi</i> Geliş : 03/09/2020 Kabul : 01/11/2020 Anahtar Kelimeler: Ekim kalitesi Sıra üzeri dağılım düzgünlüğü Ekim derinliği düzgünlüğü İstatistiksel Proses Kontrolü Mısır ekimi	Bu çalışmada, Tokat/Kazova'da yer alan 10 farklı üreticinin arazilerinde, dane mısır yetiştiriciliğinde uyguladıkları ekim işleminin kalitesinin, İstatistiksel Proses Kontrolü ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ekim işleminin kalitesinin belirlenmesinde; tarla filiz çıkış derecesi, sıra üzeri bitki dağılımı ve ekim derinliği düzgünlüğü kullanılmıştır. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü için kabul edilebilir bitki aralığı, ikizlenme oranı ve boşluk oranı belirlenmiştir. Deneme alanlarında tarla filiz çıkış derecesi, %59,60 (D arazisi) ile %93,13 (B arazisi) değerleri arasındadır. Deneme alanlarında kabul edilebilir bitki aralığı, ikizlenme oranı ve boşluk oranı değerleri sırasıyla %65,56 - %90,24, %4,02 - 15,69 ve %5,11 - %12,91 arasında değişmektedir. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü parametrelerine göre yapılan değerlendirmede, deneme alanlarında yapılan ekim işleminin genel olarak 'Orta' ve 'Yetersiz' olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde, sıra üzeri bitki dağılımı ve ekim derinliği düzgünlüğünün İstatistiksel Proses Kontrolü yöntemine göre hazırlanan bireysel ortalama ve hareketli aralık kalite grafikleri de ekim sürecinin kontrol altında olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlara göre, sürdürülebilir tarımsal üretim için ekim işleminin kalitesini olumsuz yönde etkileyen faktörlerle ilgili önlem alınması gerekmektedir.

^a engin.ozgoz@gop.edu.tr

^c abdullahkasap@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-0615-9613>

^d <https://orcid.org/0000-0002-1818-0850>

^e ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0003-3835-1538>



Giriş

Tohumun, isteklerine uygun normda ve derinlikte toprak içerisine yerleştirilmesi ve üzerinin toprakla kapatılması işlemi ekim işlemi olarak tanımlanmaktadır. Ürün verimi ve üretim işlemlerinin performansının değerlendirilmesinde uygulanacak ekim tekniğinin belirlenmesinin yanında, bu ekim tekniğine uygun makine ve makine işletme parametrelerinin doğru seçilmesi önemlidir (Kocabıyık ve ark., 2016). Mısır üretiminde verimin optimize edilmesinde; toprak, su, gübre, ışık vb. parametrelerin olası etkileri; çeşit/vejetasyon süresi ilişkileri ve bitki koruma faaliyetleri, üretim teknikleri ve uygulanan mekanizasyon ile ilişkili olsa da en kritik nokta, ekim aşamasıdır. Başarılı bir ekim için, tohumların tek tek istenen sıra üzeri ve sıra arası mesafede, istenilen derinlikte toprağa yerleştirilmesi, çimlenme ve çıkış yeteneğinin kazandırılması ve köklerinin sürdürülebilir bir tutunma sağlayabilmesi gereklidir. Dolayısıyla bu parametreler ekim makinesinin performans göstergeleri olarak dikkate alınmalıdır (Aykas ve ark., 2013).

Ekim işleminin kalitesi veya ekim makinesinin performansının belirlenmesi ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda; sıra üzeri bitki aralığı düzgünlüğü, (ikizlenme oranı ve boşluk oranı), bitki sıralarındaki sapma oranı, ekim derinliği, tarla filiz çıkış derecesi ve ekim makinesi tekerleklerinin kayma oranı gibi parametreler kullanılmaktadır (Anonim, 1999). Ekim kalitesinin iyi olması; tohum yatağına yerleştirilen her bir tohuma eşit yaşam alanının oluşturulması ve verimin artmasını sağlayacak şekilde katkı sunarken, boşluk veya ikizlenme şeklinde tohumların sıra üzerindeki dağılım düzgünlüğünün bozulması ise verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer taraftan; ekimde kullanılacak tohumluk; maliyet ve enerji tüketimi açısından bitkisel üretimde önemli bir girdidir. Tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanmasında girdilerin etkin kullanılması gerekmektedir. Tarımsal üretimin artırılmasında; tohum tüketimini azaltmanın ve aynı zamanda da ideal agroteknik koşulları sağlamanın ilk adımı "Optimum Ekim İşlemi"dir. Bu amaçla, ekim işleminde, çeşitli şartlar altında ekim makinelerinin performans değerlerinin de saptanması gerekmektedir (Yazgı ve ark., 2017).

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü; kabul edilebilir bitki aralığı, ikizlenme oranı ve boşluk oranı parametreleriyle ifade edilmektedir ve ekimin kalitesi bu parametrelerin yüzde değerlerinin alt ve üst sınırlarına bağlı olarak derecelendirilmektedir (Aykas ve ark., 2013). Ekim derinliği dağılımında ise varyasyon katsayısının %20'den fazla olmaması gerekmektedir (Önal, 2006).

Yang ve ark. (2015) geleneksel mısır ekim makinesi için bir mekatronik ekici düzeni tasarladıkları çalışmalarında değerlendirmelerini; Kachman ve Smith (1995) tarafından tanımlanan metoda göre 'Hatalı Ekim İndeksi', 'Ekim İndeksi Kalitesi' ve 'Hassasiyet İndeksi'ni belirleyerek yapmışlardır. Çin test metoduna göre; Hatalı Ekim İndeksi'nin %5'den küçük, Ekim İndeksi Kalitesi'nin en az %85 ve 'Hassasiyet İndeksi' üst sınırının %29 olması gerektiğini açıklamışlardır. Yazgı ve ark. (2017) ve Karayel ve Özmerzi (2005) ise ekim performansını belirlemek için sıra üzeri tohum ve bitki dağılım düzgünlüğü ve ekim derinliği düzgünlüğünü incelemişlerdir.

Literatür bilgileri incelendiğinde, belirlenen kalite kriterlerinin standart değerleri ile ölçülen değerler karşılaştırılarak, ekim işleminin kalitesi belirlenebilmektedir. Bu amaçla, genellikle ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri kullanılmaktadır. Son yıllarda, makineli tarımsal işlemlerin kalite göstergeleri kullanılarak izlenmesi için İstatistiksel Proses Kontrolü kullanılmaktadır (Chioderoli ve ark., 2012; Compagnon ve ark., 2012; Cassia ve ark., 2013; Silva ve ark., 2013; Voltarelli ve ark., 2013; Zerbato ve ark., 2013; Voltarelli ve ark., 2014; Zerbato ve ark. 2014; Damasceno ve ark., 2017; Paixao ve ark., 2017).

Voltarelli ve ark. (2013), İstatistiksel Proses Kontrol araçlarını kullanarak bir sürecin izlenmesinin, varyasyonun nihai özel sebeplerinin saptanmasına ve varyasyonun dışsal nedenlerinin etkisini ortadan kaldırmak amacıyla değişkenliğin azalmasıyla operasyonel kalitenin artmasına neden olacak iyileştirme planlarının oluşturulmasına katkıda bulunacağını (Voltarelli ve ark., 2014), ekim prosesi için operasyon kalitesinde artış meydana getirecek olan istatistiksel kontrol araçlarının kullanımının zorunlu hale geldiğini belirtmektedirler (Cortez ve ark., 2016). İstatistiksel Proses Kontrolü, belirli işlemlerdeki değişiklikleri belirlemek için çok yararlı olabilmektedir. Bununla birlikte, mekanik tarımsal operasyonların kalitesini değerlendirmek veya kontrol etmek amacıyla kullanımı hala çok daha küçük bir ölçekte yapılabilmektedir (Zerbato ve ark., 2014). İstatistiksel Proses Kontrolü, proses değişkenliğini saptayabildiğinden tarımsal işlemler için temel bir adım olabilir (Alcantara ve ark., 2017).

Makine kullanılarak yapılan tarımsal operasyonlarda kalitenin sağlanması, değişkenliğin azaltılması ve özelliğin tepkisinin ortalamasını hedef değere yakınlaştırılmak için gereklidir. Bu nedenle, kontrol edilemeyen gelişigüzel etkileri azaltabilen uzun süreli devam eden eylemlerden başka, özel nedenleri elimine etmek ve iyileştirmek için ayarlamalar ve kontrollerin mümkün olduğu zaman planlaması ve ekim analizi ile kontrol edilebilir faktörlere uygun seviyelerin oluşturulması sağlanmalıdır (Noronha ve ark., 2011; Compagnon ve ark., 2012). Aynı zamanda, süreç üzerindeki spesifik kontrol limitleri içindeki davranış noktalarının gözlemlenmesi, örneklerin istenilen standartların dışında tanımlanmamasını da sağlamaktadır. Böylece makinelik ekim işleminin başarısını garanti eden ve kalite gereksinimlerini karşılayabilen süreci meydana getirecek ayarlamalara ve değişimlere izin verilebilmektedir (Cortez ve ark., 2016).

Özellikle Brezilya'da ekim ve hasat süreçlerinin kalitesinin belirlenmesinde istatistiksel proses kontrol araçlarının kullanıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Compagnon ve ark. (2016), Cortez ve ark. (2016) ve Damasceno ve ark. (2017) şeker kamışı üretiminde ekim işlemleri; Voltarelli ve ark. (2013), Zerbato ve ark. (2014) ve Zerbato ve ark. (2017) yer fıstığı üretiminde ekim işlemleri; Voltarelli ve ark. (2015) ve Alcantara ve ark. (2017) şeker kamışı üretiminde hasat işlemleri; Lima ve ark. (2017) ve Paixao ve ark. (2017) soya fasulyesi üretiminde hasat işlemleri ve Zerbato ve ark., (2017) yer fıstığı üretiminde hasat işlemlerinin kalitesinin belirlenmesinde İstatistiksel Proses Kontrol yöntemlerini kullanmışlardır.

Tokat ilinde üreticilerin bölgede yoğun olarak tarımını yaptıkları dane mısırdaki ekim işleminin kalitesinin ortaya konulmasının, tarımsal üretimde doğrudan önemli bir enerji ve maliyet girdisi olan tohum kullanım miktarı ve ürün verimi, dolayısıyla tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemli etkilerinin olacağı düşünülmektedir. 2019 yılı verilerine göre, Tokat ili genelinde yaklaşık 55754 da alanda 56650 ton dane mısır üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, çalışılan alanların yer aldığı Pazar ilçesinde mısır üretim alanı 21373 da ve üretim miktarı 25862 ton ile Tokat il geneli toplam alanının %38,33'ü ve üretim miktarının ise %45,65'ini karşılamaktadır (Anonim, 2020). Tokat ilinde ürün rotasyonunda da önemli bir yer tutan dane mısır üretiminde, üreticilerin ekim işlemlerindeki kalite düzeylerinin belirlenmesi ile elde edilebilecek verilerin, tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük çapta önemli sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.

Üreticilerin dane mısır yetiştiriciliğinde uyguladıkları ekim işleminin kalitesinin belirlenmesini amaçlayan bu çalışma, Kazova'da yer alan 10 farklı üreticiye ait arazide yürütülmüş ve aşağıdaki başlıklar halindeki işlemler ele alınmıştır. Bunlar;

- Toprak tekstürü ve toprak nem içeriğinin belirlenmesi,
- Üreticilerin kullandıkları ekim makinelerinin özellikleri, işlem öncesinde yaptıkları ayarların ve ilerleme hızının tespit edilmesi,
- Ekim kalitesi parametreleri ile ilgili ölçümlerin yapılması,
- Elde edilen verilerin ilgili parametrelerin standart değerleriyle karşılaştırılması ve İstatistik Proses Kontrol Yönteminin uygulanması ve
- Sürecin iyileştirilmesi veya korunması yönünde yapılması gerekenlerin tespiti.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Çalışma, Tokat ili Pazar ilçesi sınırları içerisinde yer alan (Kazova) 10 farklı üreticiye ait arazide yürütülmüştür. Çalışmada, yoğun olarak mısır üretimi yapan örnek üreticilerin seçilmesine ve arazilerin ovası temsil edecek şekilde dağılımına dikkat edilmiştir. Ekim işlemi yapılırken arazilerden toprak tekstürü ve toprak nem içeriğini belirlemek için 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Çalışma alanı olarak belirlenen arazilerin toprak tekstür sınıfı ve ekim anındaki toprak gravimetrik nem içeriği değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Traktör ve Ekim Makinesi Özellikleri

Üreticilerin (10 adet) dane mısır ekiminde kullandıkları traktör ve ekim makinelerinin teknik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Üreticilerin ekim makinesi ile çalışmaya başlamadan önce yaptıkları ekim derinliği, sıra üzeri, sıra arası ve ekim normu ayarları, makine üzerinde yapılan ölçüm ve kontrollerle tespit edilmiştir. Tarlada ekim işlemi esnasında her işletmede 3 tekrarlı olarak kronometre yardımıyla ilerleme hızı ölçülmüş ve her bir işletmedeki ekim işlemindeki ortalama çalışma hızı belirlenmiştir (Çizelge 2). Çalışmada kullanılan pnömatik hassas ekim makinelerinin birisi (J arazisi) hariç, diğerleri aynı firmaya aittir. Üreticilerin ekim işlemindeki kullandıkları ekim derinliğinin, 3 cm ile 5,5 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan görüşmelerde üreticiler, ekim derinliğini toprağın nem durumuna göre ayarladıklarını, nem içeriği düşük olduğunda ekim derinliğini artırdıklarını ifade etmişlerdir. Ekim makinesi ile çalışmada ilerleme hızı değerlerinin, ölçüm sonuçlarına göre 4,31 km h⁻¹ ile 9,29 km h⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının tekstürü ve nem içeriği

Table 1. The texture and moisture content of field area soils

Deneme Alanı	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Tekstür Sınıfı	Nem (%)
A	28,95	52,75	18,29	Siltli killi tın	20,50
B	33,17	48,53	18,29	Siltli killi tın	19,92
C	43,72	40,09	16,18	Siltli kil	16,75
D	28,95	46,42	24,63	Killi tın	21,77
E	33,17	40,09	26,74	Killi tın	16,43
F	28,95	56,97	14,07	Siltli killi tın	15,00
G	37,36	42,20	20,41	Killi tın	16,72
H	45,83	46,42	7,74	Siltli kil	20,82
I	50,05	37,98	11,96	Kil	22,74
J	24,73	46,42	28,85	Killi tın	14,18

Çizelge 2. Ekim makinelerine ait bazı özellikler

Table 2. Some properties of the seed sowing machines

Özellikler	Deneme Alanı									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Traktöre bağlama düzeni	Asma	Asma	Asma	Asma	Asma	Asma	Asma	Asma	Asma	Asma
Ünite sayısı (adet)	4	4	8	4	4	6	4	4	4	6
Vakum basıncı (bar)	50	-	60	60	70	80	70	60	60	60
Ekim derinliği (cm)	4,5	4	3	3	3	5,5	4	4	5	4
İlerleme hızı (km h ⁻¹)	4,31	6,92	6,28	6,76	9,11	7,81	9,11	9,16	9,29	6,16
Sıra arası mesafe (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Sıra üzeri mesafe (cm)	16,5	15,5	15,5	14,9	17,5	15,5	17,5	15,5	16,5	16
Ekim normu (adet da ⁻¹)	8658	9217	9217	9588	8163	9217	8163	9217	8658	8929
Kullanılan traktör	NH	NH	NH	Başak	MF	JD	MF	Kubota	MF	Hattat
	TT50	TT50	T480S	2075	240S	5050E	240S	5000	3635	3065

Çizelge 3. Toprak işlemede kullanılan alet ve makineler

Table 3. Equipment and machines used in soil tillage

Deneme Alanı	Toprak işlemede kullanılan makineler	
	Sonbahar	İlkbahar
A	Dipkazan	Çizel + Toprak Frezesi
B	Pulluk	Çizel + Yaylı tırmık-döner tırmık kombinasyonu
C	Dipkazan + Pulluk	Diskli Tırmık (2 kez) + Kombine toprak işleme aleti
D	Pulluk	Diskli tırmık (2 kez)
E	Pulluk	Çizel + Kombine toprak işleme aleti + Toprak Frezesi
F	Pulluk	Goble + Kombine toprak işleme aleti + Tapan
G	Pulluk	Çizel + Kombine toprak işleme aleti + Rotatiller
H	Pulluk	Çizel + Rotatiller + Tırmık
I	Pulluk	Yaylı Kültivatör (2 kez)
J	Pulluk	Pulluk + Diskli tırmık + Tapan

Çizelge 4. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü değerlendirme ölçütleri

Table 4. Evaluation table for the plant spacing uniformity

Sıra üzeri bitki aralığı	Tanım
<0,5 Z/TFÇD	İkizlenme
(0,5-1,5) Z/TFÇD	Kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA)
>1,5 Z/TFÇD	Boşluk

Z: Anılan sıra üzeri uzaklık, TFÇD: Tarla filiz çıkış derecesi

Çizelge 5. Kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA), ikizlenme ve boşluk oranlarının değerlendirilmesi

Table 5. Evaluation of the acceptable plant spacing, the multiples ratio and the miss ratio

KEBA, %	İkizlenme oranı %	Toplam boşluk oranı %	Değerlendirme
>98,6	<0,7	<0,7	Çok iyi
>90,4-≤98,6	≥0,7- <4,8	≥0,7- <4,8	İyi
≥82,3-90,4	≥4,8-≤7,7	≥4,8-≤10	Orta
<82,3	>7,7	>10	Yetersiz

Tohum Yatağı Hazırlığı

Her bir deneme alanında, üreticiler tarafından yapılan toprak işlemede kullanılan makineler Çizelge 3’de verilmiştir. Üreticilerin geleneksel olarak, sonbaharda kulaklı pullukla toprak işleme yaptıkları, ilkbaharda ise farklı toprak işleme makineleri kullanarak tohum yatağı hazırlığını tamamladıkları gözlenmiştir.

Ekim Kalitesinin Belirlenmesi

Ekimde sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü; bitki çıkışı tamamlandıktan sonra yapılan ölçümlerle sıra üzeri bitki aralığına göre boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA) değerleri olarak belirlenmiştir. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü ve tarla filiz çıkış derecesinin belirlenmesi için, her işletmeye ait ekim alanı 5 ana blok olacak şekilde ayrılmış ve Aykas ve ark. (2013)’ün açıkladığı metoda göre, her bloktan seçilen 10 m uzunluğundaki bitki sıralarından 3 tekrarlı olarak çimlenen bitkiler sayılmış ve bu çizilerdeki bitki sıra üzeri aralıkları ölçülmüştür. Ayrıca; çimlenen tüm bitki sayısı kullanılarak gerçekleşen ekim normu (adet da⁻¹) değeri belirlenmiş ve ayarlanan ekim normu (adet da⁻¹) (Çizelge 2) ile karşılaştırılmıştır.

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü, Çizelge 4 ve Çizelge 5’e göre değerlendirilmiştir. Ekimin başarı değerlendirmesinde kullanılan önemli bir parametre olan tarla filiz çıkış derecesi (TFÇD) Eşitlik 1 kullanılarak belirlenmiştir (Önal, 2006).

$$TFÇD = ((N_x - N_o) / N_i) \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte; N_x ; belirli sıra uzunluğunda tüm bitki aralıklarının toplam sayısı, N_o ; 0,5 Z’den küçük aralıkların toplam sayısı, N_i ; teorik toplam bitki sayısıdır.

Ekim derinliği, bitki çıkışından sonra her bir çalışma alanında oluşturulan bloklardaki farklı ekim sıralarından sökülen 20 adet fidenin kök derinlikleri ölçülerek belirlenmiştir. Ekim derinliğindeki değişim ise %VK (varyasyon katsayısı) olarak verilmiştir (Aykas ve ark., 2013). Ekim derinliği dağılımında varyasyon katsayısının eşik değeri %20 olarak dikkate alınmıştır (Önal, 2006).

Ekim Kalitesinin İstatistiksel Proses Kontrol İle Değerlendirilmesi

Süreç kontrolü için çetele diyagramı, histogram grafiği ve gövde-yaprak grafiği, pareto diyagramı, neden-sonuç (kılçık) diyagramı, hata yoğunluk diyagramı, serpilme diyagramı (saçılım grafiği) ve kontrol grafikleri kullanılmaktadır (Çelik, 2015). Ekim kalitesinin sonuçlarını değerlendirmek için İstatistiksel Proses Kontrolü yaklaşımı kullanılmıştır. Bu amaçla, bireysel ortalama ($\bar{x}$) ve hareketli aralık (MR) grafikleri hazırlanmıştır. Kontrol grafiklerinin amacı, sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını belirlemektir (Çelik, 2015). Bireysel ve hareketli aralık kontrol grafiklerinin tasarımı normal dağılıma dayanmaktadır. Bireysel ve hareketli aralık kontrol grafikleri, değişkenin standart sapmasına (σ) göre hesaplanmaktadır ve sırasıyla, orta çizgi (OÇ) ve üst ve alt kontrol sınırlarını (UCL ve LCL) içermektedir. Bu kontrol sınırları Eşitlik 2, 3 ve 4’de gösterildiği gibi

hesaplanmaktadır (Birgören, 2015; Alcantara ve ark., 2017).

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma \quad (2)$$

$$OÇ = \bar{x} \quad (3)$$

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma \quad (4)$$

Hazırlanan grafiklerde tüm gözlemler kontrol sınırları içinde ise sürecin kontrol altında olduğu, aksi durumda ise sürecin kontrol dışı kaldığı kabul edilmiştir. Sürecin kontrol altında olma şartları;

- UCL üstünde ve LCL altında nokta olmamalı,
- Noktaların yaklaşık yarısı OÇ altında ve yarısı OÇ üstünde olmalı,
- Noktaların büyük kısmı OÇ'ye yakın olmalı ve
- Artış ya da azalış trendi gibi rastgeleliği bozan bir desen göze çarpmamalı şeklinde sıralanabilir (Birgören, 2015; Cortez ve ark., 2016).

İstatistiksel Analiz

Çalışmada, ekim işlemi verileri için başlangıçta tanımlayıcı istatistikler kullanılarak; ortalama, standart sapma, aralık, çarpıklık, basıklık değerleri belirlenmiştir. Deneme alanlarında üreticilerin yaptıkları ekim işleminin kalitesini belirlemek için bireysel ortalama ($\bar{x}$) ve hareketli aralık (MR) grafikleri hazırlanmıştır. İstatistiksel Proses Kontrolü yaklaşımıyla bireysel ortalama ($\bar{x}$) ve hareketli aralık (MR) grafiklerinin hazırlanmasında normal dağılım gösteren veri setleri kullanılmıştır. Veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanmıştır. İstatistiksel analizlerin yapılmasında SPSS 17 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tokat ili Pazar ilçesi sınırları içerisinde yer alan 10 farklı üreticinin Çizelge 2'de verilen ekim makineleri değerleri kullanılarak gerçekleştirdikleri dane mısır ekim işleminin kalitesini belirlemek için tarla filiz çıkış derecesi, sıra üzeri bitki aralığı ve ekim derinliği belirlenmiştir. Daha sonra, elde edilen veriler kullanılarak sıra üzeri dağılım düzgünlüğü parametreleri olarak kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA), ikizlenme oranları ve boşluk oranları belirlenerek değerlendirilmiştir. Ayrıca ekim kalitesi, aynı veriler kullanılarak İstatistiksel Proses Kontrol yöntemi ile de değerlendirilmiştir.

Tarla Filiz Çıkış Derecesi

Deneme alanlarında yapılan ölçümlerle Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanan tarla filiz çıkış derecesi (TFÇD) değerleri, Çizelge 6'da verilmiştir. Çalışmada, deneme

alanlarında TFÇD değerleri %59,60 (D arazisi) ile %93,13 (B arazisi) arasında değişmektedir. TFÇD için % varyasyon katsayısı değerleri C, F, H ve I arazilerinde yaklaşık olarak %10 ile %13 arasında değişirken, diğer arazilerde ise %4 ile %8 arasında değişmektedir. TFÇD'nin en düşük olduğu ekim alanı, killi tınlı toprak tekstürüne sahip D arazisinde toprak nem içeriğinin, diğer alanlara göre daha yüksek (%21,77), ekim derinliğinin (3 cm) daha düşük ve ekim makinesi ile çalışma hızı da ortalama bir değerdedir (Çizelge 3). Yine, D arazisindeki kullanılan ekim makinesi üzerinde yapılan gözlemlerde makinenin bakımlarının düzgün yapılmadığı ve bakım ihtiyacının olduğu görülmüştür. Bu nedenle, D arazisindeki hesaplanan en düşük TFÇD değerinin, çalışmadaki kullanılan ekim makinesinin ekim için uygun olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yazgı ve ark. (2017), mısır ekiminde 6 farklı ekim makinesini karşılaştırdıkları çalışmalarında, TFÇD değerinin %72,2 ile %86,1 arasında değiştiğini belirtmektedirler. Çalışmada genel olarak A...J arazilerindeki ekim işleminde aynı firmaya ait makineler kullanılmasına rağmen, TFÇD değerleri bakımından makineler arasında gözlenen daha büyük farklılıklar (%59,60 - %93,13) söz konusudur. Bu durumun farklı şartlarda hazırlanan tohum yatağına ekim işleminin gerçekleştirilmesi, her bir makine için kullanıcılarının farklı olması, makinelerin farklı şartlarda çalıştırılması ve farklı tohumlukların kullanıyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sıra Üzeri Bitki Dağılım Düzgünlüğü

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünü belirlemek için ölçülen bitkiler arası mesafelerle ilgili tanımlayıcı istatistik sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Ekim öncesinde ekim makineleri üzerinde ayarlanan sıra üzeri mesafe değerleri (Çizelge 2) ile ölçülen ortalama değerler karşılaştırıldığında, B arazisinde aynı değer ölçülürken, diğer arazilerde ölçülen ortalama değerin, ayarlanan değerden daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 1). Hemen hemen tüm deneme alanlarında aynı makinelerin kullanıldığı düşünüldüğünde, farklılıkların ekim makinelerinin bakımı, tohum yatağı özellikleri, ilerleme hızı ve patinajdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünün değerlendirmesinde, deneme alanlarında ölçülen sıra üzeri bitki arası uzaklık değerleri kullanılarak kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA), ikizlenme ve boşluk oranı değerleri bulunmuş ve değerlendirilmiştir (Çizelge 8).

En yüksek kabul edilebilir bitki aralığı değeri A arazisinde (%90,24), en düşük değer ise H arazisinde (%65,56) elde edilmiştir. A, B, D ve J arazilerinde KEBA değerleri 'Orta' değerlendirme derecesinde iken C, E, F, G, H ve I arazilerinde değerlendirme derecesi 'Yetersiz' olarak görülmektedir (Çizelge 8).

Çizelge 6. Deneme alanlarına ait tarla filiz çıkış derecesi (TFÇD) değerleri

Table 6. Values of plant emergence for the experimental field areas

	Deneme Alanı										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Ortalama
TFÇD (%)	88,31	93,13	71,59	59,60	81,40	75,79	81,05 ^c	65,13	73,99	86,35	77,63
StdS	±5,47	±3,62	±8,84	±4,05	±4,23	±8,27	±6,54	±8,40	±9,56	±5,65	±11,96
VK (%)	6,19	3,89	12,34	6,79	5,20	10,92	8,07	12,90	12,92	6,55	15,41

StdS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı.

Çizelge 7. Deneme alanlarında ölçülen sıra üzeri bitkiler arası uzaklığa (cm) ait tanımlayıcı istatistik sonuçları

Table 7. Descriptive statistics of intra-row plant distances (cm) measured in experimental field areas

DA	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata	Varyasyon Katsayısı (%)	Çarpıklık	Basıklık
A	8,00	25,00	17,30	2,27	13,12	-0,337	4,641
B	8,00	19,50	15,52	1,70	10,95	-1,138	4,454
C	15,00	29,10	20,53	3,23	15,73	0,657	0,230
D	19,50	31,30	23,84	2,96	12,42	0,321	-0,524
E	14,70	28,73	20,08	3,12	15,54	0,522	-0,094
F	13,56	28,33	18,56	2,63	14,17	0,860	1,987
G	14,13	24,41	19,41	2,64	13,60	-0,030	-0,606
H	6,75	31,17	20,80	4,34	20,87	-0,092	1,208
I	11,00	27,37	19,44	3,07	15,79	0,192	0,539
J	11,50	21,60	17,04	2,21	12,97	0,018	-0,195

DA: Deneme Alanı

Çizelge 8. Deneme alanlarında elde edilen sıra üzeri dağılım düzgünlüğü değerleri

Table 8. Values of the intra row plant spacing uniformity

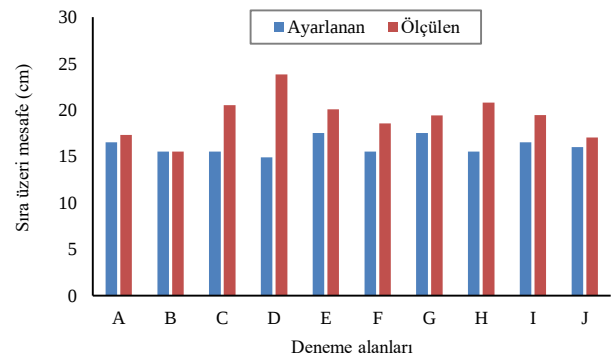
DA	Kabul Edilebilir Bitki Aralığı (KEBA)		İkizlenme Oranı		Boşluk Oranı	
	%	Değerlendirme	%	Değerlendirme	%	Değerlendirme
A	90,24	Orta	4,02	İyi	5,74	Orta
B	88,92	Orta	5,97	Orta	5,11	Orta
C	81,84	Yetersiz	6,03	Orta	12,13	Yetersiz
D	83,09	Orta	6,75	Orta	9,81	Orta
E	80,21	Yetersiz	10,96	Yetersiz	8,96	Orta
F	75,13	Yetersiz	15,69	Yetersiz	9,18	Orta
G	76,00	Yetersiz	14,82	Yetersiz	9,18	Orta
H	65,56	Yetersiz	22,44	Yetersiz	12,91	Yetersiz
I	74,82	Yetersiz	15,20	Yetersiz	9,84	Orta
J	82,31	Orta	7,89	Yetersiz	9,81	Orta

DA: Deneme Alanı

D deneme alanında ölçüm şeridi olan 1000 cm’de tüm bitki aralıklarının toplam sayısı ortalama 40,67 adet, ortalama KEBA ((0,5 – 1,5)/TFÇD) değeri 33,87 ve 1000 cm uzunluğundaki şeritte olması gereken bitki sayısı 67 adet olarak hesaplanmıştır. Buna göre bulunan veriler kullanılarak elde edilen %KEBA değeri %83,09 olarak hesaplanmıştır. D deneme alanında belirlenen sıra üzeri bitki aralıkları genellikle makine üzerinde ayarlanan sıra üzeri mesafeden daha büyüktür ve çok büyük kısmı da 1,5Z/TFÇD değerine yakındır. KEBA dışında kalan sıra üzeri bitki aralığı yani, ikizlenme ve boşluk olarak ifade edilen aralık sayısı çok azdır. Bu nedenle, D deneme alanında, %TFÇD değeri düşük olmasına rağmen %KEBA değeri yüksek çıkmıştır.

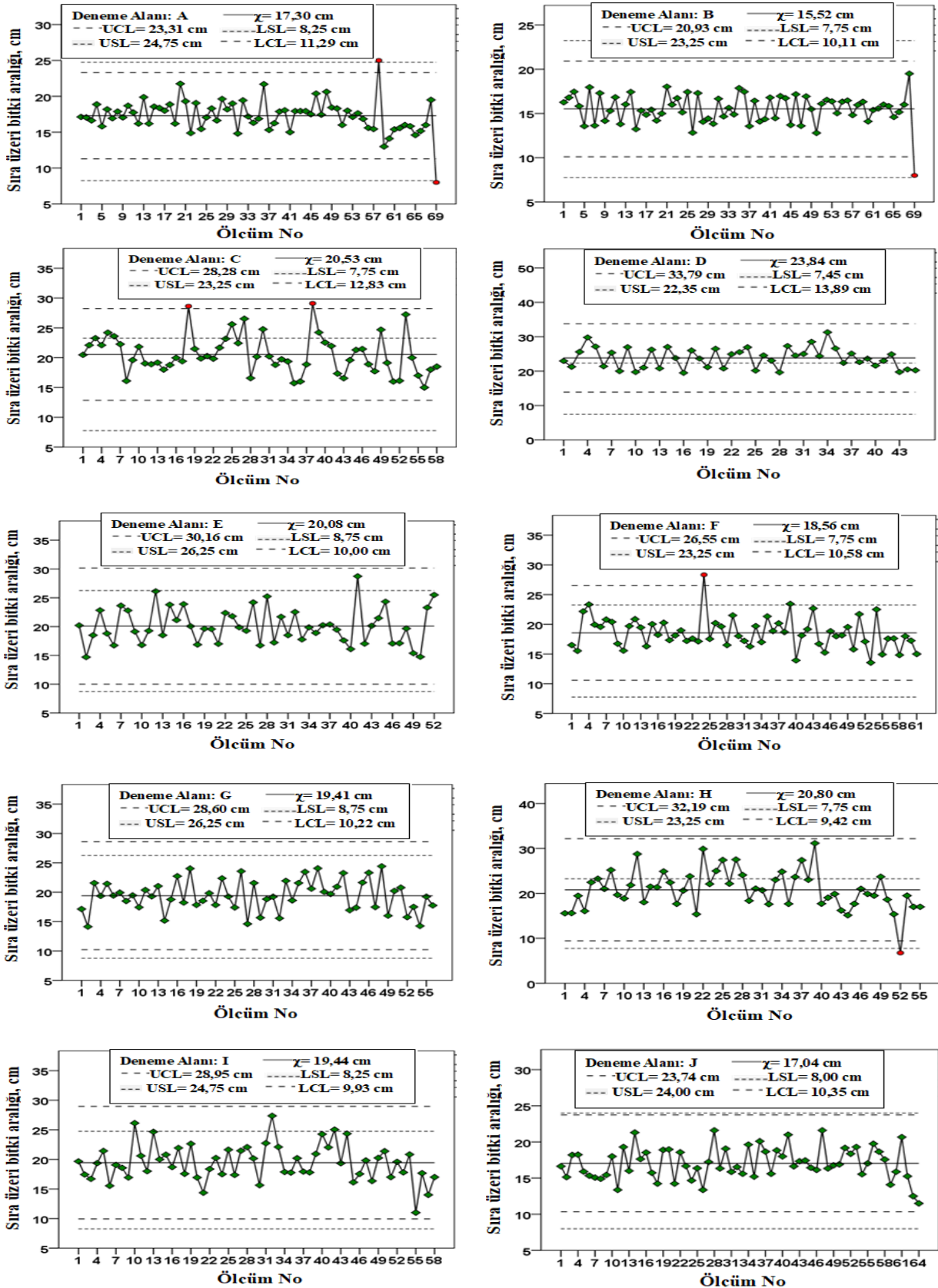
Deneme alanları ikizlenme oranına göre değerlendirildiğinde; ikizlenme oranının A arazisinde değerlendirme derecesinin ‘İyi’, B-C-D arazisinde ‘Orta’ ve diğer arazilerde ise ‘Yetersiz’ olduğu belirlenmiştir. Boşluk oranı bakımından da genel olarak deneme alanları ‘Orta’ olarak derecelendirilmiştir. C ve H arazilerinde boşluk oranının değerlendirilmesinin ‘Yetersiz’ olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar deneme alanlarında yapılan ekim işlemindeki kalitenin ‘İyi’ derecede olmadığı anlamına gelmektedir. Bu sonuçlar ekim işleminin, üreticiler tarafından makineler üzerinde yapılan ayarlara göre gerçekleşmediğini ve ekim kalitesinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu duruma, deneme alanlarında tohum yatağının özelliklerinin ve kullanıcıların farklı olması ile ekim makinelerinin mevcut durumundan dolayı makinelerin yapılan ayarlara doğru cevap veremediği düşünülmektedir.

Bir sürecin kontrol altına alınması, sürecin kontrol dışına çıkma nedenlerinin belirlenmesi ve bu nedenlerin elimine edilmesinde İstatistiksel Kalite Kontrol teknikleri önemli rol oynar ve sürecin kontrol dışına çıkmasında değişkenlikler etkili olmaktadır (Aydın ve Arıkan Kargı, 2018). Ekim işlemini bir süreç olarak düşünürsek, sürecin ekim kalitesini etkileyen faktörlerden etkilenip etkilenmediğini doğrulamak için ‘Bireysel’ ve ‘Hareketli Aralık’ çizelgelerinin kullanılması gerekir (VOLTARELLI ve ark., 2013).



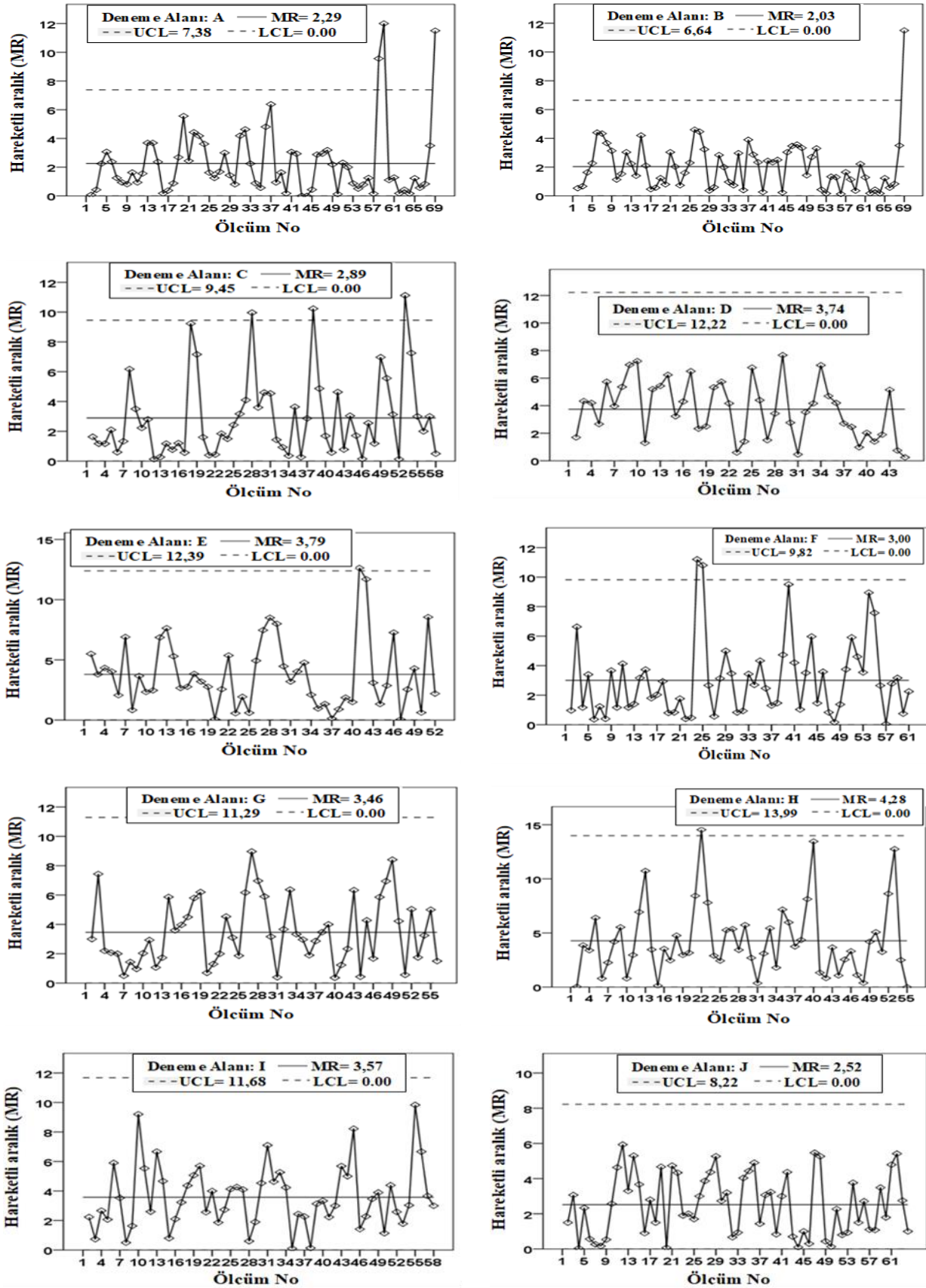
Şekil 1. Ekim makinesi üzerinde ayarlanan ve deneme alanlarında ölçülen ortalama sıra üzeri bitki aralığı değerleri

Figure 1. Mean adjusted values for intra row plant spacing values on the seed sowing machine and measured values in the experimental field area



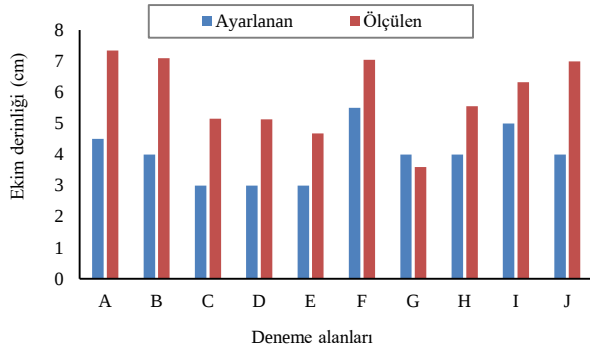
Şekil 2. Deneme alanlarındaki sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin bireysel ortalama (χ) kontrol grafikleri (χ : Ortalama/Orta çizgi, UCL: Üst kontrol sınırı, USL: Üst değerlendirme sınırı, LCL: Alt kontrol sınırı, LSL: Alt değerlendirme sınırı)

Figure 2. Individual control charts (χ) for intra row plant spacing uniformity in the experimental field areas (χ : Average line, UCL: Upper control limit, USL: Upper Control specific limit, LCL: Lower control limit, LSL: Lower control specific limit)



Şekil 3. Deneme alanlarındaki sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin hareketli aralık (MR) grafikleri (UCL: Üst kontrol sınırı, LCL: Alt kontrol sınırı)

Figure 3. Moving range charts (MR) for intra row plant spacing uniformity in the experimental field areas (MR: Average moving range, UCL: Upper control limit, LCL: Lower control limit)



Şekil 4. Makine üzerinde ayarlanan ve deneme

alanlarında ölçülen ortalama ekim derinliği değerleri

Figure 4. Mean adjusted seeding depth values on the seed sowing machine and measured values in the experimental field area

Bireysel ortalama (χ) ve hareketli aralık (MR) grafikleri hazırlanmadan önce sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov Testi sonucuna göre; önem seviyesi (P) deneme alanları için (A'dan J'ye) sırasıyla 0,790-0,910-0,389-0,655-0,470-0,691-0,998-0,894-0,681 ve 0,932'dir. Tüm deneme alanlarındaki değerler incelendiğinde, $P > 0,05$ olduğu için veri setleri normal dağılım göstermektedir.

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünün bir göstergesi olarak sıra üzeri bitkiler arası uzaklığın her bir deneme alanındaki durumu bireysel ortalama (Şekil 2) ve hareketli aralık grafikleri üzerinde değerlendirilmiştir (Şekil 3). Bireysel kontrol grafiği üzerinde; "ortalama bitkiler arası aralık", Eşitlik 2 ve 4 kullanılarak elde edilen "üst ve alt kontrol sınırları" ve "üst ve alt değerlendirme sınırları" olarak verilmiştir. KEBA değerlerinin belirlenmesinde kullanıldığı gibi üst değerlendirme sınırı makine üzerinde ekim öncesi ayarlanan sıra üzeri mesafenin 1,5 katı, alt değerlendirme sınırı ise 0,5 katı olarak alınmıştır.

Bireysel ve hareketli aralık kontrol grafikleri incelendiğinde, her bir deneme alanında farklı sıra üzeri dağılım desenlerin oluştuğu ve hemen hemen tüm alanlarda üst ve alt kontrol sınırları ile değerlendirme sınırlarının aşıldığı görülmektedir. Bu durum ekim sürecinin kontrol altında olmadığını göstermektedir. Kontrol sınırları dikkate alındığında, G arazisinde sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. G deneme alanında elde edilen bireysel ortalama kontrol grafiği desenine bakıldığında, süreç içerisinde bazı bölümlerde artış eğiliminin olduğu, bazı noktalarda ortalamadan sapmaların daha büyük olduğu ve bazı bölümlerde de noktaların sürekli olarak ortalamanın üstünde kaldığı görülmektedir (Şekil 2 ve 3). Sürecin kontrol altında olduğunu ifade edebilmek için kontrol sınırlarının üstünde nokta olmamalı, noktaların yarısı orta çizgi (OÇ)'nin altında yarısı OÇ'nin üstünde olmalı, noktaların büyük kısmı OÇ'ye yakın olmalı ve artış veya azalış trendi gibi rastgeleliği bozan sistematik davranış olmamalıdır (Birgören, 2015). Sürecin kontrol altına alınabilmesi dolayısıyla ekim kalitesini bozan faktörlerin düzeltilmesi ve kalitenin artırılabilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Ekim kalitesine, yani, sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğüne etkili faktörler dikkate alınarak süreç

izlenmeli ve değerlendirilmelidir. Bu amaçla; tohum yatağı özellikleri, tohumluk özellikleri, ilerleme hızı, ekim makinasının tahrik tekerleğindeki kayma, vakum basıncı, plaka delik çapı ve delik sayısı gibi faktörler dikkate alınmalıdır.

Ekim Derinliği Düzgünlüğü

Deneme alanlarında ölçülen ortalama ekim derinliği değerleri (Çizelge 9) ile ekim öncesinde makine üzerinde ayarlanan ekim değerleri karşılaştırıldığına ekim derinliğinin genel olarak daha yüksek değerlerde gerçekleştiği, sadece G arazisinde düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Ekim derinliğindeki değişimi değerlendirmek için varyasyon katsayısı değerleri incelendiğinde, deneme alanlarının hepsinde varyasyon katsayısı değerleri referans değer olarak kabul edilen %20'den düşüktür. Ölçülen değerler ayarlanan değerden düşük olduğu G arazisinde ise varyasyon katsayısı (%20) sınır değerdedir.

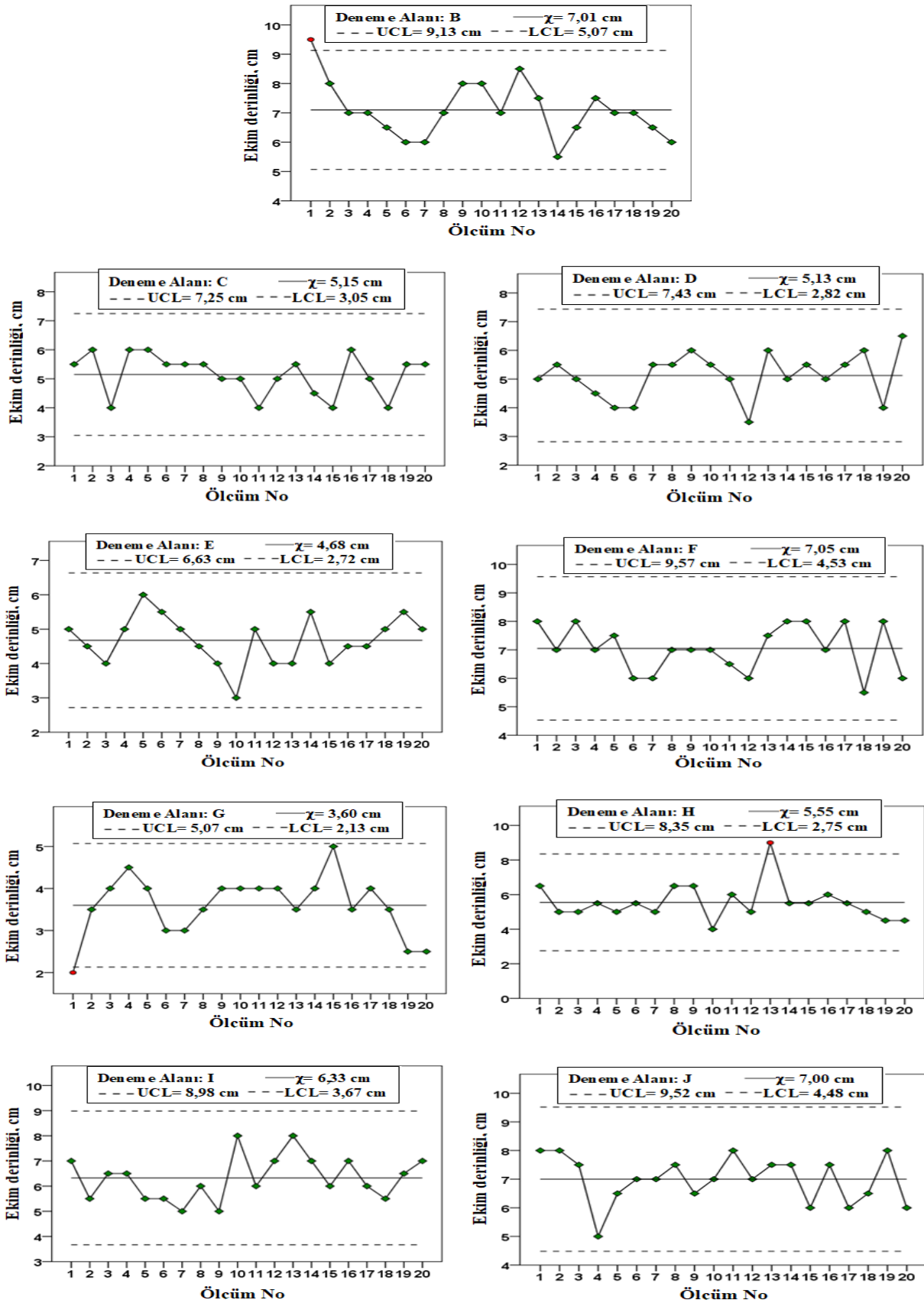
Bireysel ortalama ve hareketli aralık (MR) grafikleri hazırlanmadan önce, derinlikle ilgili verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov testi sonucuna göre; A deneme alanı derinlik veri setinin önem seviyesi 0,032 diğer deneme alanlarının önem seviyeleri ise (B....J) deneme alanlarında sırasıyla 0,458-0,202-0,484-0,566-0,566-0,334-0,244-0,748 ve 0,556 olarak belirlenmiştir. Deneme alanı A'da hesaplanan değer $P < 0,05$ olduğu için veri seti normal dağılım göstermemekte, diğer deneme alanlarında ise hesaplanan değerler $P > 0,05$ olduğu için veri setleri normal dağılım göstermektedir. Buna göre; A deneme alanı için bireysel ortalama ve hareketli aralık (MR) grafikleri hazırlanmamıştır.

Sıra üzeri bitki aralığına benzer şekilde ekim derinliği düzgünlüğünü değerlendirmek için hazırlanan kalite grafikleri, Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir. Grafikler incelendiğinde deneme alanlarının tümünde üst ve alt sınırların aşıldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, ekim derinliğinin kontrol altında olmadığını, yani ekim derinliğinin istenilen değerlerin dışında olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlar ekim işlemindeki sürecin, süreci etkileyen faktörler tarafından olumsuz bir şekilde etkilendiğini ve süreci kontrol altına almak, ekim kalitesini artırmak için süreci etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve sürecin buna göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Ekim sürecini etkileyecek faktörler olarak; toprak koşulları ve toprak hazırlığı, ekim makinesinin ayar ve bakımı ve çalışma-ışletme parametreleri bu yönde önemli süreci etkileyici faktörler olarak dikkate alınabilir.

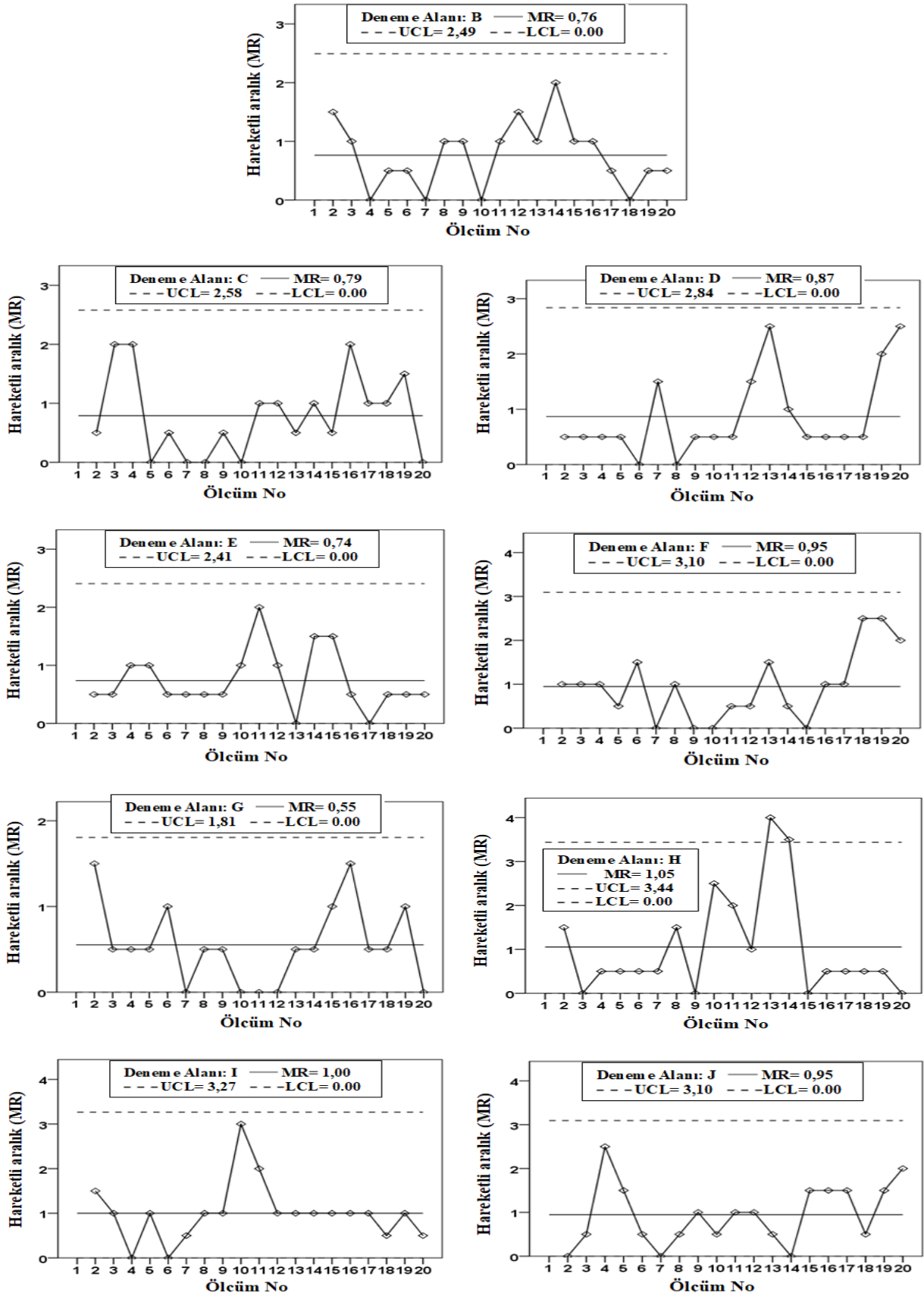
Sonuç

Ekim işleminin standartlara uygun bir şekilde yapılması işletmelerdeki tarımsal işlemlerin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Ekim işlemi bir süreç olarak düşünüldüğünde süreci olumsuz etkileyen faktörleri belirlemek ve düzeltmek için istatistiksel kalite kontrol teknikleri kullanılabilir. Oluşturulacak olan kalite kontrol grafikleri ile ekim işlemindeki mevcut sürecin kontrol altında olup olmadığı yani ekimin kalitesi değerlendirilebilir.



Şekil 5. Deneme alanlarındaki ekim derinliği dağılım düzgünlüğüne ilişkin bireysel ortalama (χ) kontrol grafikleri (χ : Ortalama/Orta çizgi, UCL: Üst kontrol sınırı, USL: Üst değerlendirme sınırı, LCL: Alt kontrol sınırı, LSL: Alt değerlendirme sınırı)

Figure 5. Individual control charts (χ) for seeding depth uniformity in the experimental field areas (χ : Average line, UCL: Upper control limit, LCL: Lower control limit)



Şekil 6. Deneme alanlarındaki ekim derinliği dağılım düzgünlüğüne ilişkin hareketli aralık (MR) grafikleri
(UCL: Üst kontrol sınır, LCL: Alt kontrol sınırı)

Figure 6. Moving range charts (MR) for seeding depth uniformity in the experimental field areas
(MR: Average moving range, UCL: Upper control limit, LCL: Lower control limit)

Çizelge 9. Deneme alanlarında ölçülen ekim derinliği (cm) değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları

Table 9. Descriptive statistics of the measured seeding depth (cm)

DA	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata	Varyasyon Katsayısı (%)	Çarpıklık	Basıklık
A	5,00	8,00	7,35	0,88	11,97	-1,321	1,289
B	5,50	9,50	7,10	0,97	13,66	0,654	0,607
C	4,00	6,00	5,15	0,71	13,79	-0,593	-0,860
D	3,50	6,50	5,13	0,79	15,40	-0,457	-0,358
E	3,00	6,00	4,68	0,71	15,17	-0,331	0,238
F	5,50	8,00	7,05	0,83	11,77	-0,332	-1,099
G	2,00	5,00	3,60	0,72	20,00	-0,507	0,383
H	4,00	9,00	5,55	1,06	19,10	1,793	5,130
I	5,00	8,00	6,33	0,88	13,90	0,339	-0,515
J	5,00	8,00	7,00	0,83	11,86	-0,697	0,087

Tokat ili Pazar ilçesi sınırları içerisinde yer alan 10 farklı üreticinin dane mısır ekim süreçleri değerlendirilmiştir. Kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA) değerlerinin 4 arazide ‘Orta’ ve 6 arazide ‘Yetersiz’ olduğu; ikizlenme oranı değerlerinin 1 arazide ‘İyi’, 3 arazide ‘Orta’ ve 6 arazide ‘Yetersiz’ olduğu ve boşluk oranı değerlerinin ise 8 arazide ‘Orta’ ve 2 arazide ‘Yetersiz’ olduğu belirlenmiştir. Ekim kalitesi, istatistiksel proses kontrol yöntemi ile detaylı olarak değerlendirilmiştir. Sıra üzeri bitki aralığı dağılımı ve ekim derinliği düzgünlüğü için Bireysel ve Hareketli Aralık kalite grafikleri hazırlanmıştır. Elde edilen grafikler de ekim sürecinin kontrol altında olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar sürdürülebilir tarımsal üretim için, ekim işleminin kalitesini olumsuz etkileyen faktörlerle ilgili önlemlerin alınmasının gerektiğini ortaya koymaktadır. Ekim sürecini etkileyecek faktörler olarak; toprak koşulları ve toprak hazırlığı, ekim makinesinin ayar ve bakımı ve çalışma-işletme parametrelerinin önemli düzeyde dikkate alınmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu faktörlerin dikkate alınmasıyla ekim kalitesi iyileştirilebilecek, böylece yetersiz veya fazla tohum kullanımı engellenebilecek, ürün veriminde iyileşmeler sağlanarak üretimin sürdürülebilirliği sağlanmış olacaktır.

Kaynaklar

Anonim, 1999. Tarımsal mekanizasyon araçları deney ilke ve metotları. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2020. Tokat ili 2019 yılı tarım istatistikleri. <https://tokat.tarimorman.gov.tr/> (Erişim tarihi: 21.08.2020).

Alcantara AS, Ormond ATS, Sousa Junior PR, Silva RP, Kazama E.H. 2017. Shifts and harvesting systems on quality of impurities samples in sugarcane. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering 37(3): 510-519.

Aydın ZB, Arıkan Kargı S. 2018. İstatistiksel kalite kontrol teknikleri ile otomotiv sektöründe bir uygulama. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi 16(1): 41-63.

Aykas E, Yalçın H, Yazgı A. 2013. Balta tipi gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinalarının farklı bölgelerde mısır ekiminde ekim performansının karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science) 9(1): 67-72.

Birgören, B. 2015. İstatistiksel Kalite Kontrolü. 1. Basım, Yayın No: 1257, Matematik/İstatistik No: 62, ISBN: 978-605-320-163-2, Nobel Yayınevi, Ankara.

Cassia MT, Silva RP, Chioderoli CA, Noronha RHF, Santos EP. 2013. Quality of mechanized coffee harvesting in circular planting system. Ciência Rural, Santa Maria 43(1): 28-34.

Chioderoli CA, Silva RP, Noronha RHF, Cassia MT, Santos EP. 2012. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. Bragantia, Campinas 71(1): 112-121.

Compagnon AM, Silva RP, Cassia MT, Graat D, Voltarelli MA. 2012. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. Scientia Agropecuaria, Trujillo 3(3): 215-223.

Compagnon AM, Furlani CEA, Silva RP, Cassia MT, Arriel FH. 2016. Billet metering mechanism of a sugarcane planter Ariel. African Journal of Agricultural Research 11(38): 3643-3650.

Cortez JW, Missio C, Barreto AKG, Silva MD, Reis G. 2016. Quality of sugarcane mechanized planting. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering 36(6): 1136-1144.

Çelik M. 2015. İstatistiksel kalite kontrol yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Adana/Türkiye.

Damasceno AF, Furlani CEA, Zerbato C, Noronha RHF, Zoia RM. 2017. Quality of planting systems in varieties of sugarcane. African Journal of Agricultural Research, 12(22): 1914-1921.

Karayel D, Özmerzi A. 2005. Hassas ekimde gömücü ayakların tohum dağılımına etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18(1): 139-150.

Kachman SD, Smith JA. 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planter using single seed metering. Transactions of the ASAE 38: 379-387.

Kocabıyık H, Çay A. 2016. Tek Dane Ekim Makinaları İçin Elektro-Mekanik Hareket İletim Sistemi Tasarımı ve Geliştirilmesi. TÜBİTAK TOVAG 114 O 656 nolu proje sonuç raporu, 116 s.

Lima FBF, Silva MAF, Silva R.P. 2017. Quality of mechanical soybean harvesting at two travel speeds. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering 37(6): 1171-1182.

Noronha RHF, Silva R.P, Chioderoli CA, Santos EP, Cassia MT, 2011. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. Bragantia, Campinas 70(4): 931-938.

Önal İ. 2006. Ekim-Bakım-Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 490, İzmir.

Paixao CSS, Santos AF, Voltarelli MA, Silva RP, Carneiro FM. 2017. Times of efficiency and quality of soybean crop mechanical operation in geometry functions of plots. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering 37(1): 106-115.

Silva RP, Cassia MT, Voltarelli MA, Compagnon AM, Furlani CEA. 2013. Qualidade da colheita mecanizada de feijão (Phaseolus vulgaris) em dois sistemas de preparo do solo. Ciência Agronômica, Fortaleza 44(1): 61-69.

Toledo A, Silva RP, Furlani CEA. 2013. Quality of cut and basecutter blade configuration for the mechanized harvest of green sugarcane. Scientia Agricola, Piracicaba 70(6): 384-389.

- Voltarelli MA, 2013. Quality of operation mechanized planting of sugarcane in the day and night shift. M. Sci. Thesis. Universidade Estadual Paulista, Brazil.
- Voltarelli MA, Silva RP, Rosalen DL, Zerbato C, Cassia MA, 2013. Quality of performance of the operation of sugarcane mechanized planting in day and night shifts. Australian Journal Crop Science 7(9): 1396-1406.
- Voltarelli MA, Silva RP, Zerbato C, Silva VFA, Cavichioli FA. 2014. Agronomic capability of mechanized sugarcane planting. Australian Journal of Crop Science 8(10): 1448-1460.
- Voltarelli MA, Silva RP, Zerbato C, Paixao CSS, Tavares T.O. 2015. Monitoring of mechanical sugarcane harvesting through control charts. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering 35(6): 1079-1092.
- Yang L, He XT, Cui T, Zhang DX, Shi S, Zhang R, Wang M. 2015. Development of mechatronic driving system for seed meters equipped on conventional precision corn planter. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 8(4): 1-9.
- Yazgı A, Yalçın H, Aykas E, Tozan M. 2017. Baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinalarının sırta ekim performanslarının karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi- Journal of Agricultural Science 23: 195-207.
- Zerbato C, Cavichioli FA, Raveli MB, Marrafon M, Silva RP. 2013. Controle estatístico de processo aplicado à colheita mecanizada de milho. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG 21(3): 261-270.
- Zerbato C, Furlani CEA, Voltarelli MA, Bertonha RS, Silva RP, 2014. Quality control to seeding methods and densities in peanut crop. Australian Journal Crop Science 8(6): 992-998.
- Zerbato C, Furlani CEA, Silva RP, Voltarelli MA, Santos AF. 2017. Statistical control of processes applied for peanut mechanical digging in soil textural classes. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering 37(2): 315-322.