



Pamuk Yetiştiriciliğinde Alternatif Toprak İşleme Yöntemlerinin Verime Etkisi: Türkiye Çalışmalarının Meta-Analizi

The Effect of Alternative Tillage Methods on Yield in Cotton Cultivation: A Meta-Analysis of the Studies Conducted in Türkiye

Songül Gürsoy¹

Geliş Tarihi (Received): 02.04.2026

Kabul Tarihi (Accepted): 24.06.2026

Yayın Tarihi (Published): 27.08.2026

Öz: Bu çalışmada, bireysel çalışmalardan elde edilen verileri bir veya birkaç istatistiksel analizle birleştirerek yorumlanmasına katkı sağlayan meta-analiz tekniği kullanılarak, Türkiye genelinde yürütülen pamuk tarımında toprak işleme yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik çalışmaların sonuçları birlikte değerlendirilerek, iklim, toprak ve uygulanan tarımsal işlemlerin farklı toprak işleme yöntemlerindeki verim üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, meta-analize dahil edilme kriterlerini karşılayan 16 çalışmadan elde edilen toplam 52 gözlem değeri birlikte analiz edilmiştir. Meta-analiz sonucunda, alternatif toprak işleme yöntemlerinin geleneksel toprak işleme ile karşılaştırıldığında genel etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirlenmiştir (Genel Etki Büyüklüğü = -0.076; %95 Güven Aralığı = -0.350, 0.199). Bu durum, alternatif toprak işleme yöntemlerinin genel olarak geleneksel yöntemlere kıyasla belirgin bir üstünlük ya da dezavantaj sağlamadığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, analizde yüksek düzeyde heterojenite tespit edilmiştir ($Q = 142.943$, $p < 0.001$, $I^2 = \%64.32$). Bu durum ise alternatif toprak işleme yöntemlerinin pamuk verimine etkisinin, uygulanan alternatif toprak işleme yönteminin özellikleri, ekim nöbeti, anız yönetimi, iklim ve toprak koşulları gibi faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Sonuç olarak, alternatif toprak işleme yöntemlerinin Türkiye koşullarında kütlü pamuk verimi üzerinde geleneksel toprak işleme yöntemlerine kıyasla belirgin bir üstünlük veya olumsuzluk oluşturmadığı, ancak uygulama koşullarına bağlı olarak etkilerinin değişebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Meta-analiz, Toprak işleme, Pamuk, Verim

&

Abstract: This study utilizes meta-analysis, a technique that combines data from individual studies with one or more statistical analyses to facilitate interpretation. The results of studies comparing tillage methods in cotton farming across Turkey are evaluated together, and the effects of climate, soil, and agricultural practices on cotton yield in different tillage methods are examined. For this purpose, a total of 52 observational values from 16 studies that met the inclusion criteria for the meta-analysis were analyzed together. The meta-analysis revealed that the overall effect size of alternative tillage methods compared to conventional tillage was statistically insignificant. This indicates that alternative methods generally do not provide a significant advantage or disadvantage compared to conventional methods. However, a high level of heterogeneity was detected in the analysis ($Q = 142.943$, $p < 0.001$, $I^2 = \%64.32$). This suggests that the effect of alternative tillage methods on cotton yield is influenced by factors such as the characteristics of the applied alternative tillage method, crop rotation, stubble management, climate, and soil conditions. In conclusion, it appears that alternative tillage methods do not create a significant advantage or disadvantage in terms of seed cotton yield compared to conventional tillage methods under Turkish conditions; however, the effects may vary depending on the application conditions.

Keywords: Meta-analysis, Tillage, Cotton, Yield

Atıf/Cite as: Gürsoy, S. (2026). Pamuk yetiştiriciliğinde alternatif toprak işleme yöntemlerinin verime etkisi: türkiye çalışmalarının meta-analizi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 12(2), 123 – 136, doi: 10.24180/ijaws.1921647

İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Prof. Dr. Songül GÜRSOY, Dicle Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, songulgursoy2015@gmail.com (Sorumlu yazar/Corresponding author)

GİRİŞ

Pamuk, Türkiye'nin önemli tarımsal ürünlerinden biri olup üretim büyük ölçüde Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaşmaktadır (Çopur, 2018). Türkiye'de pamuk ekim alanlarının yaklaşık %86'sı Şanlıurfa, Diyarbakır, Aydın, Hatay, Adana ve İzmir illerinde bulunmaktadır (TEPGE, 2025). Ancak pamuk üretimi; iklim koşulları, toprak özellikleri, su kaynaklarının durumu ve uygulanan tarımsal yöntemlerden önemli ölçüde etkilenmektedir (Gürsoy vd., 2011; Constable vd., 1992). Bu nedenle sürdürülebilir ve yüksek verimli üretim sistemlerinin geliştirilmesi, pamuk tarımında öncelikli konular arasında yer almaktadır.

Toprak işleme uygulamaları, toprağın fiziksel özelliklerini, su tutma kapasitesini, havalanmasını ve kök gelişimini etkileyerek ürün verimi üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır (Constable vd., 1992; Gürsoy vd., 2011). Türkiye'de pamuk tarımında yaygın olarak geleneksel toprak işleme yöntemi kullanılmasına rağmen, son yıllarda toprak bozulumunu azaltmak, yakıt ve işçilik maliyetlerini düşürmek amacıyla azaltılmış toprak işleme, korumalı toprak işleme, işlemesiz tarım ve sırta ekim gibi alternatif yöntemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu yöntemlerin toprak özelliklerini iyileştirdiği, üretim maliyetlerini azalttığı ve bazı koşullarda verimi artırabildiği bildirilmektedir (Karamanos vd., 2004; Wright vd., 2008; Gürsoy vd., 2011).

İşlemesiz ve azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin toprağın ve bitki gelişimi üzerine olan olumlu etkileri yanı sıra ekonomik faydaları yönünden de tercih edilmektedir. Geleneksel toprak işleme yöntemlerinde toprağın derinden işlenmesi ve tohum yatağı hazırlığı esnasında birden fazla toprak işleme aletinin kullanılması işçilik, alet, yakıt gibi girdi maliyetlerinde önemli düzeyde artışlara neden olmaktadır (Martin ve Hanks, 2009). Ekonomik şartlar göz önüne alındığında, geleneksel yöntemle karşılık, tarlada daha az trafiği amaçlayan toprak işleme yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik ülke genelinde yapılan çalışmalar önem kazanmaktadır. Fakat, azaltılmış ve işlemesiz toprak işleme yöntemlerindeki hastalık ve zararlı yönetimi, bitki çıkışı, toprak sertliği ve azot mineralizasyonu gibi problemler sonucunda ürün veriminde meydana gelen düşüşler, pamuk tarımında bu toprak işleme yöntemlerinin yaygınlaştırılmasını önlemektedir (Idowu vd., 2020). Azaltılmış ve işlemesiz toprak işleme yöntemlerinin ürün verimi üzerindeki etkilerini araştıran çok sayıda çalışma yürütülmesine rağmen, bu toprak işleme yöntemlerinin verimi artırıp artırmadığı, koruduğu veya azalttığı konusundaki sonuçlar tartışmalı olmaya devam etmektedir. Örneğin, Avustralya'da (Hulugalle vd., 1997; Constable vd., 1992), ABD'de (Rickerl vd., 1988; Bordovsky vd., 1994; Triplett vd., 1996; Nyakatawa vd., 2001; Endale vd., 2002) ve Brezilya'da (Seguy vd., 1998) yürütülen çalışmalar, azaltılmış ve işlemesiz toprak işleme yöntemlerinin pamuk üretimi için uygulanabilir seçenekler olduğunu göstermesine rağmen, Ishaq vd. (2001), Pakistan'ın kumlu killi tınlı topraklarında yaptıkları 2 yıllık bir çalışmada, kütlü pamuk veriminin minimum toprak işleme sistemlerinde geleneksel ve derin toprak işleme sistemlerine kıyasla önemli ölçüde daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çelişkili sonuçlar, toprak işleme sistemlerinin ürün verimi üzerine etkisinin, toprak ve iklim özellikleri, ekim nöbeti, anız yönetimi, yabancı ot/hastalık/zararlı kontrolü, sulama ve gübreleme gibi faktörlerden etkilendiğini göstermektedir (Hulugalle vd., 1997; Constable vd., 1992; Gürsoy vd., 2011). Toprak işleme sistemlerinin ürün verimi üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için daha derinlemesine tartışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Son yıllarda, tek veya ilgili sorunlara odaklanan bağımsız birincil çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi olarak ifade meta-analiz çalışmaları, tarımsal uygulamaların ürün verimi, kalitesi veya zararlı kontrolü üzerindeki etkilerini değerlendirmek için tarım biliminde sıklıkla kullanılmaya başlanılmıştır (Philibert vd., 2012). Bu analiz yönteminin, önceki çalışmaların kapsamlı bir araştırması yoluyla çıkarılan verilerden özetlenmiş nicel bir tahmin sağlamaktadır (Egan vd., 2014; Pittelkow vd., 2015; Himmelstein vd., 2017; Osipitan vd., 2018). Meta-analizin amacı, daha küçük çalışmaların sonuçlarını ve bir veya daha fazla istatistiksel analizi sentezleyerek mevcut olandan daha fazla bilgi elde etmektir. Bu şekilde, daha küçük çalışmalarda ortaya çıkarılamayabilecek bulgular, düzinelerce küçük çalışmanın birleştirilmesiyle meta-analiz yoluyla elde edilebilmektedir (O'Rourke, 2007).

Bu çalışmada, pamuk tarımında toprak işleme yöntemlerinin ürün verimi üzerine etkilerini belirlemeye yönelik Türkiye’de yürütülen çalışmaların sonuçlarını birlikte değerlendirmek üzere bir meta-analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, korumalı, azaltılmış, işlenmiş, sırta ekim gibi alternatif toprak işleme yöntemleriyle geleneksel toprak işleme yöntemlerinin ürün verimi üzerindeki etkilerini karşılaştırılmış ve bu etkilerin, iklim, toprak özellikleri, ekim nöbeti, anız yönetimi, sulama, gübreleme, hastalık, zararlı, yabancı ot yönetimi gibi faktörlerden nasıl etkilendiği irdelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Verileri Elde Etme ve Seçim Kriteri

Bu çalışmada, Türkiye’de pamuk tarımında geleneksel toprak işleme yöntemine alternatif olarak kullanılabilecek azaltılmış, işlenmiş ve sırta ekim sistemlerinin kütlü verimi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla bir meta-analiz çalışması yürütülmüştür. Meta-analizde kullanılan veriler, hem geleneksel hem de azaltılmış/işlenmiş/sırta ekim yöntemlerindeki ürün verimini bildiren denemelerin yürütüldüğü çalışmalardan toplanmıştır. Türkiye’nin Ulusal Bilgi Altyapısı, Ulusal Tez Merkezi, Dijital Tarım İhtisas Kütüphanesi, Dergipark, Web of Science, Scopus, Agris, CAB Abstracts, Directory of Open Access Journals ve Google Scholar (1980–2024) gibi veri tabanlarında "Pamuk", "toprak işleme", "verim", "sırta ekim", "Türkiye" anahtar kelimeleri kullanılarak bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonucunda elde edilen çalışmalar çok aşamalı bir eleme sürecinden geçirilmiştir. İlk aşamada veri tabanlarında yapılan tarama sonucunda elde edilen yayınların başlık ve özetleri incelenmiş, pamuk tarımında toprak işleme uygulamaları ile ilişkili olmayan çalışmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. İkinci aşamada tam metinler incelenerek; (i) denemelerin Türkiye koşullarında yürütülmüş olması, (ii) tarla koşullarında gerçekleştirilmiş olması, (iii) geleneksel toprak işleme yöntemi ile en az bir alternatif toprak işleme yönteminin (azaltılmış toprak işleme, toprak işlenmiş ekim veya sırta ekim) karşılaştırılmış olması ve (iv) pamuk kütlü verimine ilişkin ortalama değerler ile etki büyüklüğünün hesaplanmasına olanak sağlayacak istatistiksel bilgilerin bulunması kriterleri esas alınmıştır. Bu değerlendirme sonucunda meta-analize dahil edilme kriterlerini karşılayan 16 yayın ve 52 karşılaştırma değeri analize dahil edilmiştir. Denemelerde toprak işleme yöntemlerinin pamuk kütlü verimi etkileyen iklim, toprak özellikleri, uygulanan tarımsal işlemlerden nasıl etkilendiğini belirlemek için çalışmalarda denemelerin yürütüldüğü alanların iklim ve toprak özellikleri ile uygulanan ekim nöbeti, yetiştirme dönemleri, anız yönetimi, sulama, gübreleme, hastalık, zararlı, yabancı ot yönetimi gibi tarımsal işlemler açısından gruplandırılmıştır. Çalışmalarda geleneksel toprak işleme yöntemi kontrol grubu olarak, alternatif toprak işleme yöntemleri (azaltılmış/toprak işlenmiş/sırta ekim yöntemleri) ise deney grupları olarak seçilmiştir. Meta-analizde kullanılan çalışmaların yürütüldüğü yerler Şekil 1’de, bu çalışmalarda deneme alanlarının ve uygulanan tarımsal işlemlerin başlıca özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Şekil 1’de çalışmaların pamuk yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı, Aydın (2 adet Söke, 2 adet Nazilli, 5 adet merkez), Adana (2 adet Yüreğir, 1 adet Ceyhan), Diyarbakır (1 adet), Hatay (1 adet), Şanlıurfa (1 adet Akçakale), İzmir (1 adet Menemen) illerinde yürütüldüğü görülmektedir.

İklim ve toprak koşulları ile denemelerde uygulanan tarımsal işlemlerin pamuk kütlü verimine etkilerini analiz etmek için, ilk önce veriler kg da^{-1} olarak standart hale getirilmiştir. Analizde hem geleneksel (kontrol) hem de alternatif toprak işleme yöntemleri aynı birime sahip olacak şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra, toplanan veri setleri (gözlemler), alternatif toprak işleme yöntemi, ekim işlemi aylarındaki toplam yağış ve ortalama sıcaklık, toprak tekstürü, ürün yetiştirme dönemi, önceki ürün, anız yönetimi, gübre miktarı, sulama, çapalama, yabancı ot ilaçlaması yönünden alt kategorilere ayrılmıştır (Çizelge 1). Alt grup analizlerinde, ilgili moderatör değişkenine (yağış, sıcaklık, toprak bünyesi, önceki ürün vb.) ait bilgileri yayınlarda bulunmayan ve Çizelge 1’de '-' ile gösterilen çalışmalar, yalnızca genel meta-analiz hesaplamalarına dahil edilmiş; ancak söz konusu değişkene ilişkin alt grup analizlerine dahil edilmemiştir.



Şekil 1. Meta-analizde kullanılan çalışmaların yürütüldüğü iller.

Figure 1. Provinces where the studies used in the meta-analysis were conducted.

Çizelge 1. Meta-analizde kullanılan çalışmaların yürütüldüğü denemelerdeki başlıca özellikler.

Table 1. Key characteristics of the trials in which the studies used in the meta-analysis were conducted.

Çalışma	ÇYİ	ÇKYS	ÇGKATİY	TAY,mm	OAS,°C	TÖ	YD	ÖÜ	AY
Aşık, 2015	Aydın	2	SDE, DDE	45.4	26.08	Ağır	II.Ürün	Buğday	T
Atakan ve Boyacı,2017	Adana	2	SSO	-	-	-	Ana Ürün	-	-
Aykas vd.,2007	Aydın	4	DDE, ATİ	8	28.75	Orta	II.Ürün	Buğday	T
Demirtaş ve Şimşek, 2015	Aydın	3	DDE	-	-	Orta	Ana Ürün	Fiğ	T
Doğan vd., 2009	Aydın	1	DDE	-	-	Orta	Ana Ürün	-	-
Gencsoylu ve Yalçın, 2004	Aydın	6	SSO, ATİ, İSO	-	-	Orta	Ana Ürün	-	-
Gürsoy vd., 2011	Diyarbakır	4	SSO, İSO	154	17	Orta	Ana Ürün	Buğday	T
Kıvılcım vd., 2006	Aydın	9	SSO, ATİ, İSO	-	-	Orta	Ana Ürün	Pamuk	P
Mert vd., 2006	Hatay	2	SSO	-	-	Ağır	Ana Ürün	Pamuk	P
Özdemir ve Barut, 2025	Adana	1	ATİ	-	-	Ağır	Ana Ürün	Buğday	T
Özpinar ve Işık, 2004	Ş.urfa	2	SSO	47	21	Orta	Ana Ürün	Pamuk	P
Topdemir, 2018	İzmir	3	ATİ, DDE	-	-	Orta	-	-	-
Unay vd., 2005	Aydın	2	DDE	-	-	Hafif	Ana Ürün	Fiğ	T
Yalçın vd., 2005	Aydın	6	SSO, ATİ, İSO	120	21	Orta	Ana Ürün	-	-
Yalçın vd., 2009	Aydın	1	SSO	-	-	-	-	-	-
Yön ve Uysal, 1980	Adana	4	İSO	-	-	Orta	Ana Ürün	Pamuk	T

ÇYİ, çalışmanın yürütüldüğü yer; ÇKYS, çalışmada geleneksel yöntemle karşılaştırma sayısı; ÇGKATİY, çalışmada geleneksel toprak işleme yöntemiyle karşılaştırılan alternatif toprak işleme yöntemleri; TAY, ekim işlemleri dönemindeki toplam aylık yağış; OAS, ekim işlemleri dönemindeki ortalama aylık sıcaklık; TÖ, çalışmanın yürütüldüğü toprak bünyesi; YD, ürün yetiştirme dönemi; ÖÜ, önceki ürün; AY, anız yönetimi; YOİ, yabancı ot ilaçlaması; SDE, sırtlara doğrudan ekim; DDE, düze doğrudan ekim; SSO, Sonbaharda oluşturulan sırtlara ekim; İSO, İlkbaharda oluşturulan sırtlara ekim; ATİ, azaltılmış toprak işleme; T, anızı toplanmış; P, anızı parçalanmış

Meta-analizinde kullanılan çalışmalardaki kontrol (geleneksel toprak işleme) ve deney (alternatif toprak işleme) gruplarındaki ürün verimi gözlemlerine ait ortalama, standart sapma (SD), örneklem büyüklüğü değerleri çalışmalardaki tablolardan ve WebPlotDigitizer (Rohatgi, 2012) kullanılarak grafiklerden elde edilmiştir. Standart sapmanın (SD) değil de standart hatanın (SE) verildiği makalelerde, standart sapma değeri Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$SD = SE \times \sqrt{n} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'deki SD, Standart sapma; SE, Standart hata; n, Tekerrür sayısını göstermektedir.

Meta-analizde kullanılan çalışmalarda standart sapma (SD) veya standart hata (SE) değerlerinin verilmemesi durumunda, ilgili gözlemlerin analize dahil edilebilmesi amacıyla eksik SD değerleri ortalamanın %10'u olarak kabul edilmiştir. Bu yaklaşım, tarımsal meta-analiz çalışmalarında eksik varyans bilgilerinin tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir ve Luo ve ark. (2006) tarafından önerilen yaklaşıma dayanmaktadır. Eksik varyans bilgilerinin tahmin edilmesi, çalışma sayısının azaltılmasını önleyerek meta-analizin temsil gücünün korunmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, SD değerlerinin tahmin edilmesi etki büyüklüğü varyanslarının hesaplanmasında belirsizlik oluşturabileceğinden, sonuçların yorumlanmasında bu durum göz önünde bulundurulmuştur.

Verilerin Analizi

Meta-analiz, OpenMEE (Ekoloji ve Evrim için Açık Meta-analiz) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Wallace vd., 2017). Bu meta-analizde etki büyüklüğünün bir ölçütü olarak Eşitlik (2)'deki logaritmik etki oranları kullanılmıştır (Hedges vd., 1999).

$$LnRR = Ln \frac{\overline{Xe}}{\overline{Xc}} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'deki ($\overline{Xe}$) ve ($\overline{Xc}$), her bir çalışmadaki alternatif ve geleneksel toprak işleme sistemlerindeki kütlü pamuk verimi değişkenlerinin ortalama değerleridir. LnRR, sırasıyla pozitif ve negatif değerlere sahip, birim içermeyen bir indekstir ve geleneksel toprak işleme uygulamasına kıyasla alternatif toprak işleme yöntemindeki kütlü pamuk veriminin artışı veya azalışını göstermektedir. LnRR>0 olan bir etki oranı, alternatif toprak işleme uygulamasının ürün verimini artırdığını, LnRR <0 etki oranı ise alternatif toprak işleme yöntemindeki ürün veriminin geleneksel toprak işleme yöntemine göre daha düşük olduğunu göstermektedir. 0'a yakın etki değerleri (LnRR≈0), alternatif toprak işleme uygulamasının geleneksel toprak işleme uygulamasına göre çok az veya hiç etkisi olmadığını göstermektedir.

Her bir LnRR değeriyle ilişkili sütun içi varyansı (var (RR)), Eşitlik (3) kullanılarak her bir çalışmadaki pamuk kütlü verimi değeriyle ilişkili standart sapmalardan hesaplanmıştır.

$$var(RR) = \frac{SDc^2}{nc * \overline{Xc}^2} + \frac{SDe^2}{ne * \overline{Xe}^2} \quad (3)$$

Eşitlik (3)'teki, SDe ve SDc sırasıyla deney ve kontrol gruplarındaki hedef değişkenin standart sapmalarını, ne ve nc ise sırasıyla deney ve kontrol gruplarındaki hedef değişkenin örneklem büyüklüklerini ifade etmektedir.

Ortalama etki büyüklükleri Eşitlik (4)'teki gibi hesaplanmıştır. Her çalışma için ağırlıklandırma faktörü (W), birleştirilmiş varyansın tersi (1/var(RR)) olarak ölçülmüştür.

$$LnRR_{++} = \frac{\sum_{i=1}^k Wi * LRRi}{\sum_{i=1}^k Wi} \quad (4)$$

Eşitlik (4)'te; i, çalışma numarasını; k, kümülatif sayı; wi ise her bir etki oranının ağırlığıdır. Yüzde doksan beş güven aralıkları (%95 GA), aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

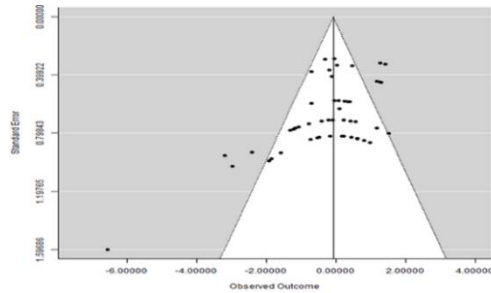
$$CI_{95} = LnRR_{++} \pm 1.96 * \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^k Wi}} \quad (5)$$

Deneysel koşullardaki farklılıklar nedeniyle gözlemler arasında değişkenlik olduğundan, %95 güven aralığına sahip rastgele etkiler modeli (Hedges vd., 1999; Gurevitch ve Hedges, 1999) seçilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Meta-analiz çalışmasındaki veritabanı, alternatif ve geleneksel toprak işleme uygulamalarında kütlü pamuk verimine ilişkin sırasıyla 52 gözlemi içeren 16 yayınlanmış makaleden elde edilmiştir. Bu çalışmaların 8 çalışmasında sırta ekim (30 gözlem), 6'sında doğrudan ekim (10 gözlem), 6 çalışmada ise azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin (12 gözlem), geleneksel toprak işleme yöntemleriyle karşılaştırıldığı gözlemlerden oluşmaktadır.

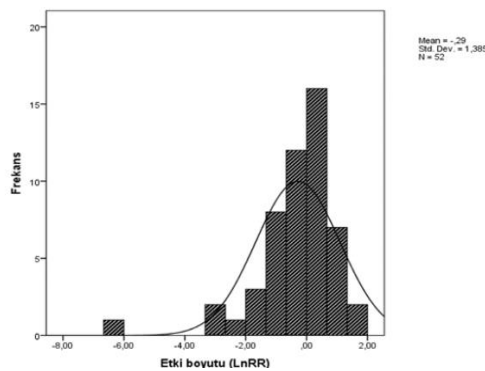
Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında yayın yanlılığını değerlendirmek amacıyla huni grafiği kullanılmıştır (Şekil 2). Huni grafiği incelemesi, birleştirilmiş etki büyüklüğü etrafında bir dereceye kadar asimetri olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmaların çoğunluğu huninin sağ tarafında dağılırken, özellikle daha büyük standart hatalara sahip daha küçük çalışmalar arasında, sol tarafta daha az çalışma yer almıştır. Bu görüntü, yayın yanlılığı veya küçük çalışma etkilerinin varlığını gösterebilmektedir. Ek olarak, aşırı negatif bir aykırı değer varlığı, dahil edilen çalışmalar arasında potansiyel heterojenliği düşündürmektedir.



Şekil 2. Çalışmalar arasında yayın yanlılığını değerlendirmek amacıyla huni grafiği.

Figure 2. The funnel diagram used to assess publication bias among the studies.

Meta-analizde yer alan çalışmaların etki büyüklüklerinin frekans dağılımı incelendiğinde, LnRR değerlerinin çoğunlukla -2 ile +2 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 3). Ortalama etki büyüklüğü -0.29 olup, bu değer incelenen uygulamanın genel olarak kontrol grubuna kıyasla sınırlı düzeyde negatif bir etki oluşturduğunu göstermektedir. Standart sapma değerinin 1.385 olması, çalışmalar arasında etki büyüklüklerinin önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Histogram dağılımı yaklaşık olarak normal dağılıma benzer bir yapı sergilemekle birlikte, sol tarafta yer alan uç bir değer nedeniyle dağılım hafif sola çarpık görünmektedir. Bu durum meta analizde heterojenliğin varlığına işaret etmektedir.

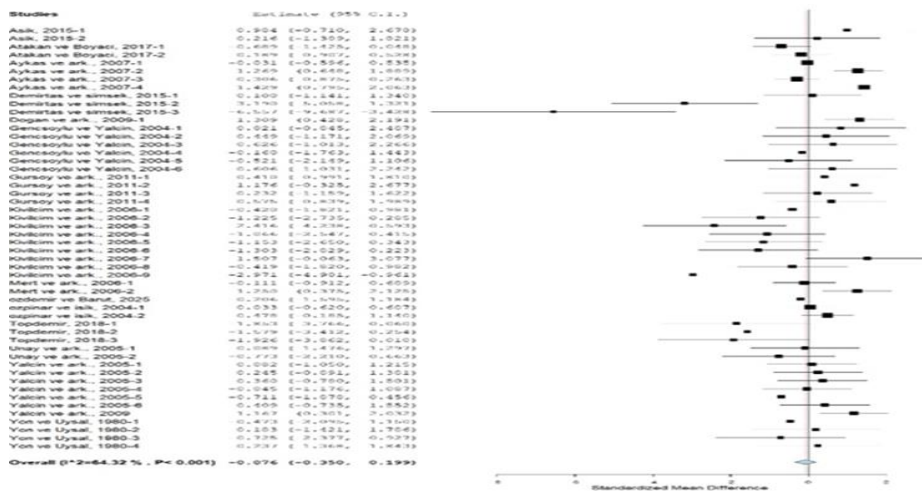


Şekil 3. Alternatif ve geleneksel toprak işleme uygulamalarındaki ürün verimine ilişkin etki büyüklüğü değerlerinin frekans dağılımları, LnRR, alternatif toprak işleme uygulamalarının neden olduğu verim değişkenlerinin büyüklüğündeki değişimi temsil eden etki büyüklüğüdür. LnRR>0, LRR<0 ve LnRR=0 sırasıyla artan, azalan ve nötr etkiyi ifade etmektedir.

Figure 3. The frequency distributions of effect size values related to crop yield in alternative and conventional tillage practices, LnRR, represent the effect size that indicates the change in the magnitude of yield variables caused by alternative tillage practices. LnRR>0, LnRR<0, and LnRR=0 represent increasing, decreasing, and neutral effects, respectively.

OpenMEE (Open Meta-analyst for Ecological and Evolutionary data), ekolojik ve evrimsel veriler için özel olarak tasarlanmış, ücretsiz ve açık kaynaklı bir meta-analiz yazılım programı kullanılarak yapılan analiz sonucunda, alternatif ve geleneksel toprak işleme uygulamalarındaki pamuk kütlü veriminin genel etki büyüklüğü -0.076 , %95 güven aralığı ise $(-0.360) - (0.199)$ olmuştur. Genel etki büyüklüğü $\text{LnRR} = -0.076$ olarak hesaplanması, alternatif toprak işleme uygulamalarının geleneksel toprak işleme koşullarına kıyasla kütlü pamuk verimi üzerinde çok düşük düzeyde ve negatif yönlü bir etki oluşturduğunu göstermektedir. Etki büyüklüğünün sıfıra oldukça yakın olması, alternatif toprak işleme uygulamalarının geleneksel toprak işleme yöntemleriyle karşılaştırıldığında genel olarak sınırlı veya ihmal edilebilir bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, meta-analiz sonuçlarına göre çalışmalar arasında anlamlı düzeyde heterojenlik tespit edilmiştir ($Q = 142.943$, $p < 0.001$). Heterojenliğin büyüklüğünü gösteren I^2 değeri %64.32 olup, bu durum çalışmalar arasında orta-yüksek düzeyde heterojenlik bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca τ^2 değerinin 0.571 olması, gerçek etki büyüklükleri arasında önemli bir varyasyon bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, incelenen çalışmaların metodolojik özellikleri, uygulanan koşullar veya örneklem farklılıkları nedeniyle etki büyüklüklerinin değişebileceğini göstermektedir. Bu heterojenlik testi sonuçlarına göre, meta-analiz sonuçlarının yorumlanmasında rastgele etkiler modelinin kullanılması ve olası moderatör değişkenlerin araştırılması önerilmektedir. Bu nedenle, alternatif toprak işlemede uygulanan yöntem, çalışmaların yürütüldüğü lokasyon, ekim işlemleri anındaki iklim özellikleri, önceki ürün, anız yönetimi, ürünün yetiştirme dönemi, toprak bünyesi gibi faktörler alınarak alt grup analizi yapılmıştır.

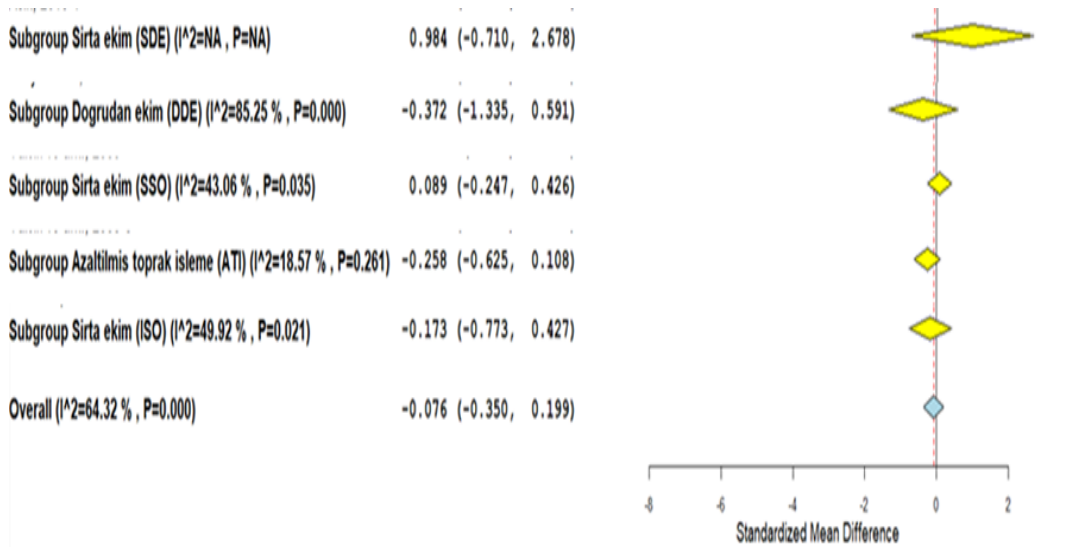
Bu meta-analizde toplam 16 çalışmadan elde edilen 52 gözlemin etki büyüklükleri ile bu gözlemlerin birleştirilerek hesaplanan genel etki büyüklüğü Şekil 4'te görüldüğü gibi orman ağacı grafiğinde verilmiştir. Grafik incelendiğinde etki büyüklüğünün (-0.076) sıfıra oldukça yakın, incelenen değişkenin genel etkisinin çok küçük ve zayıf olduğunu göstermektedir. Orman ağacı grafiğinde gösterilen %95 güven aralığı -0.350 ile 0.199 arasında değişmektedir. Güven aralığının sıfır değerini içermesi, meta-analiz sonucunda elde edilen genel etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, analiz edilen çalışmalar bir araya getirildiğinde alternatif toprak işleme yöntemlerinin geleneksel toprak işleme yöntemlerinden daha düşük kütlü pamuk verimine sahip olduğu, fakat bu oranın istatistiki olarak önemli düzeyde farklı olmadığı anlamına gelmektedir. Meta analizlerde istatistiksel anlamlılığın olmaması genellikle yetersiz sayıda çalışma ve/veya küçük örneklem boyutlarından kaynaklanmaktadır (Cumming, 2012). Orman ağacı grafiğinde bireysel çalışmaların etki büyüklüklerinin hem negatif hem de pozitif yönde dağıldığı ve çoğunun güven aralıklarının sıfır çizgisini kestiği görülmektedir. Bu durum çalışmalar arasında etki yönü bakımından farklılıklar bulunduğunu ve alt grup analizinin yapılması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 4. Meta-analiz çalışmasında kullanılan 16 çalışmadaki 52 gözleme ait orman ağacı.

Figure 4. Forest tree data from 52 observations across 16 studies used in the meta-analysis.

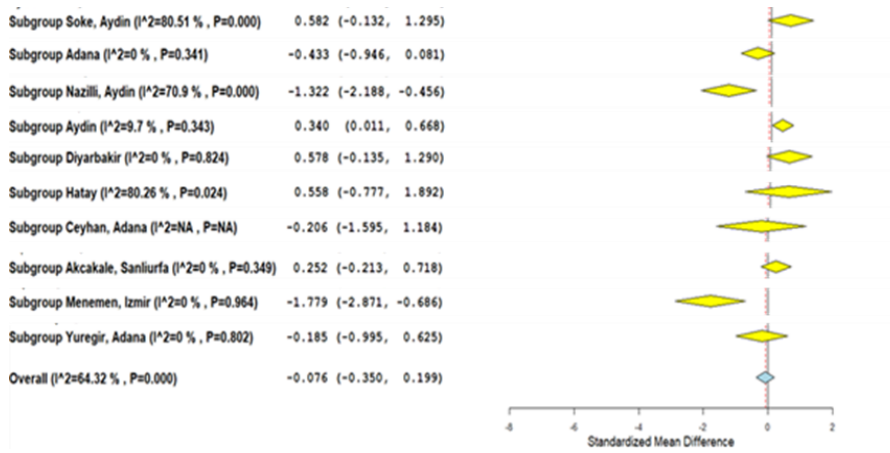
Şekil 5'te farklı alternatif toprak işleme yöntemlerinin pamuk kütlü verimi üzerine etkilerini gösteren alt-grup analizi incelendiğinde, çalışmaların %58'inde sırta ekim, %19'unda toprak işlemesiz doğrudan ekim, %23'ünde ise azaltılmış toprak işleme yöntemleri geleneksel toprak işleme yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Uygulanan alternatif toprak işleme yöntemlerinin geleneksel toprak işleme yöntemleriyle karşılaştırılmasında, sırtlara doğrudan ekim ve sonbaharda oluşturulan sırtlara ekim yöntemlerindeki kütlü pamuk verimi geleneksel toprak yönteminden daha yüksek olurken, ilkbaharda oluşturulan sırtlara ekim, toprak işlemesiz doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işleme yöntemlerinde daha düşük olduğu Şekil 5'te görülmektedir. Fakat, tüm bu toprak işleme yöntemleri ve geleneksel toprak işleme yöntemi arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemsiz olduğu görülmüştür. Sırta ekim sistemlerinde verimin daha yüksek olma eğilimi göstermesi, özellikle ağır bünyeli ve drenaj problemi bulunan topraklarda kök bölgesinin havalanmasını artırması, toprak sıcaklığını yükseltmesi ve erken dönem bitki gelişimini teşvik etmesi ile açıklanabilir. Buna karşılık doğrudan ekim uygulamalarında yüzeyde bırakılan bitki artıklarının toprağın daha geç ısınmasına neden olması, özellikle serin ekim koşullarında çıkışı geciktirebilmekte ve verimi sınırlandırabilmektedir. Bununla birlikte alternatif toprak işleme yöntemlerinin pamuk verimine etkisi, toprak tipine, toprak işleme zamanına, ekim nöbetine, ekilen bitkinin cinsine, iklim şartlarına ve eldeki mekanizasyon seviyesine göre değişmektedir (Blaise ve Ravindran, 2003; Gürsoy vd., 2011). Bu etkilerin çalışma koşullarına bağlı olarak değişmesi, alt gruplar arasında yüksek değişkenliğin ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir.



Şekil 5. Farklı alternatif toprak işleme yöntemlerinin alt kategorilerinin pamuğun kütlü verimine etkisi.

Figure 5. The effect of subcategories of different alternative tillage methods on cotton seed yield.

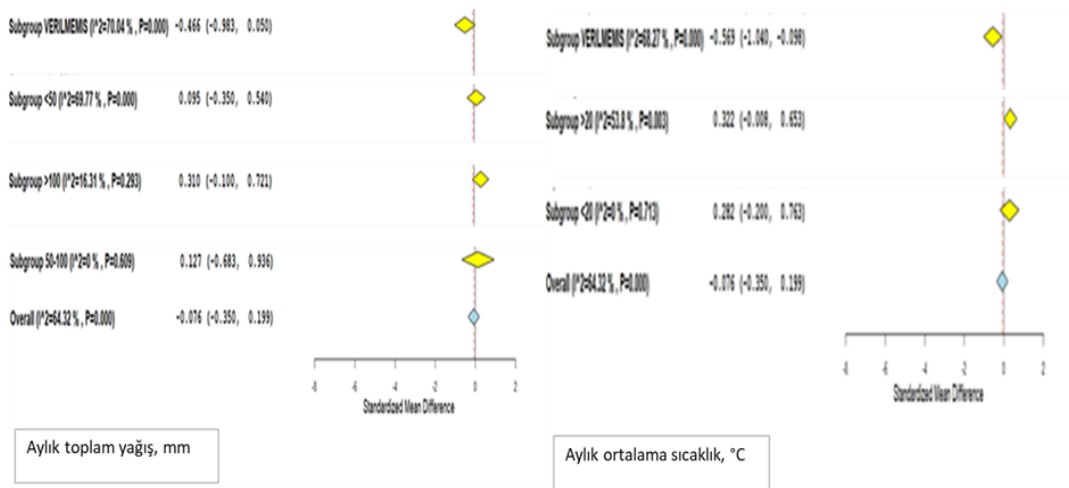
Alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin karşılaştırılmasındaki meta-analiz çalışmasında farklı lokasyonlara ait alt grup analiz sonucunu gösteren Şekil 6 incelendiği zaman, alt gruplar arasında farklı yönlere etkiler olduğu görülmektedir. Çoğu çalışmanın güven aralığının sıfır çizgisini kesmesi, bu lokasyonlardaki etkilerinin istatistiksel olarak anlamsız, sadece birkaç çalışmanın (Nazilli ve Menemen) tamamen sıfırın solunda olması, alternatif toprak işleme yöntemlerinin geleneksel toprak işleme yöntemleriyle karşılaştırıldığında verimi düşürdüğü anlamına gelmektedir. Farklı lokasyonlardaki toprak işleme yöntemleriyle ilgili meta-analizler, yönetim uygulamalarının (korumalı toprak işleme ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin karşılaştırılması) etkisinin iklim, toprak tipi ve ürün rotasyonu gibi bölgeye özgü faktörlere büyük ölçüde bağlı olduğunu göstermektedir. Meta-analizlerden elde edilen temel bulgular (çoğunlukla Çin, ABD veya Avrupa gibi bölgelere odaklanmaktadır), koruyucu toprak işlemenin genel olarak toprak sağlığını ve karbon tutulumunu iyileştirdiğini, ancak verim etkilerinin bölgeye göre değiştiğini göstermektedir (Meng vd., 2024).



Şekil 6. Farklı lokasyon alt kategorilerindeki alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin pamuğun kütlü verimine etkisi.

Figure 6. The effect of alternative and conventional tillage methods on cotton seed yield in different location subcategories.

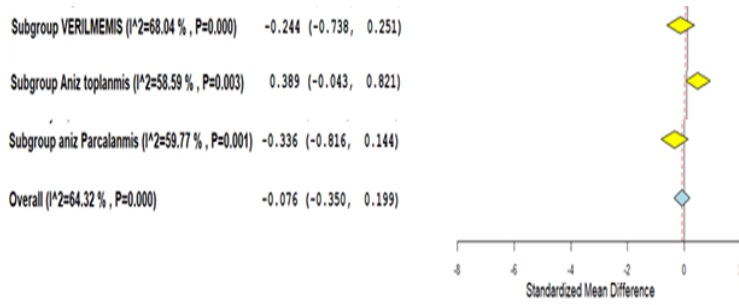
Ekim işleminin yapıldığı aydaki toplam yağış ve ortalama sıcaklık durumunun alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerindeki kütlü pamuk verimi üzerine etkilerini gösteren Şekil 7 incelendiği zaman, yağış ve hava sıcaklığı alt grupları arasında pek fazla bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Ancak, ekim ayındaki yağışın 100 mm'den daha yüksek olduğu çalışmalarda alternatif toprak işleme yöntemlerindeki kütlü pamuk veriminin daha yüksek olduğu görülmektedir. Alternatif toprak işleme yöntemlerindeki farklılıklar ve bazı çalışmalarda iklim özelliklerinin verilmemiş olması, meta-analiz sonuçlarını etkilemiş olabilir. Ayrıca, uygulanan alternatif toprak işleme yöntemlerinin alt grupları gözönünde bulundurularak meta-analiz çalışmasının yapılması, iklim özelliklerinin etkisinin daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmasına katkı sağlayabilir.



Şekil 7. Ekim anındaki iklim özellikleri alt kategorilerinin alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerindeki pamuğun kütlü verimine etkisi.

Figure 7. The effect of subcategories of climatic characteristics at planting time on cotton seed yield in alternative and conventional tillage methods.

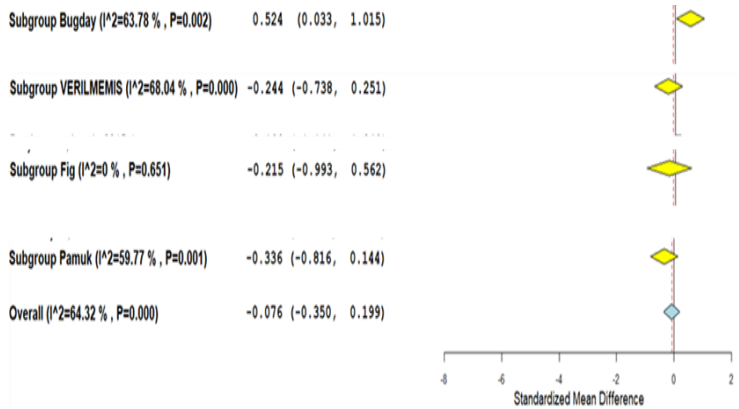
Ekim anındaki anız yönetimi alt kategorilerinin alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerindeki pamuğun kütlü verimine etkisine yönelik meta-analiz sonuçları Şekil 8'de verilmiştir. Bir önceki bitki artıklarının toplandığı alanlarda alternatif toprak işleme uygulamalarının geleneksel toprak işlemeyle karşılaştırıldığında istatistiki anlamda önemli olmamasına rağmen pamuk verimini artırdığı görülmektedir. Önceki bitki türü, hasat özellikleri ve kullanılan toprak işleme yöntemleri, anız yönetiminin ürün verimi üzerindeki etkilerini önemli bir şekilde değiştirmektedir (Gürsoy vd., 2011).



Şekil 8. Farklı anız yönetimi alt kategorilerinin alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerindeki pamuğun kütlü verimine etkisi.

Figure 8. The effect of different stubble management subcategories on cotton seed yield in alternative and conventional tillage methods.

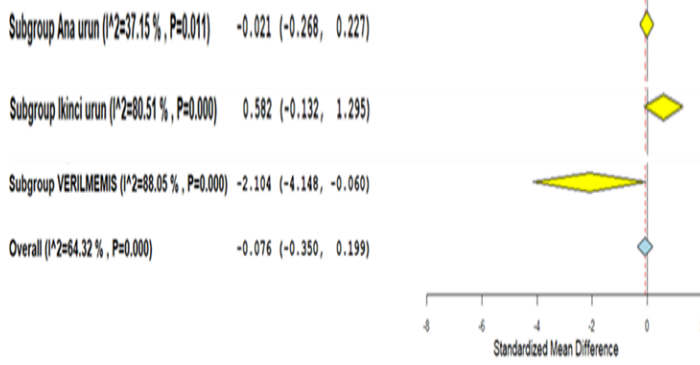
Şekil 9’da verilen orman ağacı grafiği, farklı ön bitki gruplarına göre alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin etkisini göstermektedir. Ön bitkinin buğday olması durumunda etki pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Buğday hasadı sonrası alternatif toprak işleme yöntemleri, pamuk kütlü verimini artırma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ancak heterojenitenin yüksek düzeyde olması ($I^2 = \%63.78$; $p=0.002$), bu etkinin tüm çalışmalarda tutarlı olmadığını anlamına gelmektedir. Ön bitkinin fiğ ve pamuk olması durumunda ise etki negatif fakat istatistiksel olarak anlamsızdır. Alternatif toprak işleme yöntemleri verimi azaltma eğilimi gösterse de yüksek heterojeniteden dolayı bu sonuç kesin değildir. Çalışmalarda kullanılan alternatif toprak işleme yöntemleri, meta-analiz sonucunu etkilemiş olabilmektedir.



Şekil 9. Farklı ön bitki alt kategorilerinin alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerindeki pamuğun kütlü verimine etkisi.

Figure 9. The effect of different preceding crop subcategories on cotton seed yield in alternative and conventional tillage methods.

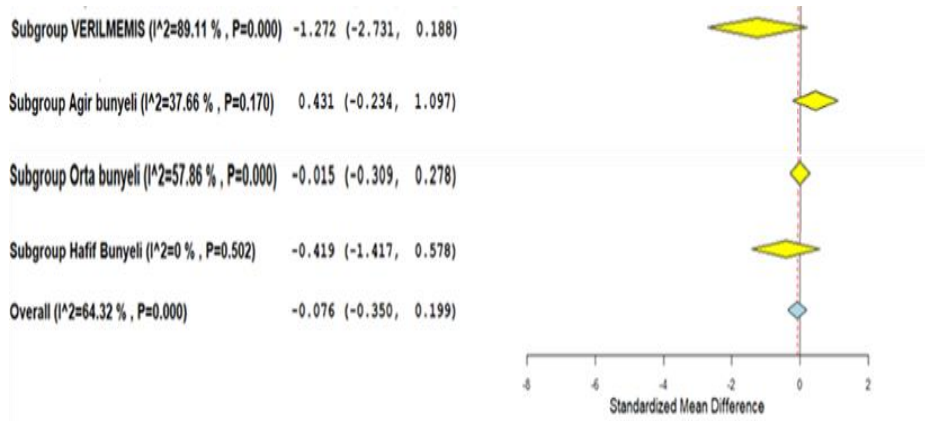
Alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin ana ürün ve ikinci üründeki karşılaştırmalarını gösteren Şekil 10 incelendiği zaman, etki önemsiz olduğu, yani alternatif yöntemlerin ana üründe geleneksel yöntemle göre fark yaratmadığı görülmektedir. İkinci üründe ise ortalama etki pozitif görünse de güven aralığı sıfırı içerdiği için istatistiksel olarak anlamlı değildir. Yüksek heterojenite, sonuçların oldukça değişken olduğunu göstermektedir.



Şekil 10. Ana ürün ve ikinci ürün alt kategorilerinde alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin pamuğun kütlü verimine etkisi.

Figure 10. The effect of alternative and conventional tillage methods on cotton seed yield in main and secondary crop subcategories.

Genel olarak, toprak bünyesinin, ürün verimi açısından alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemleri arasındaki fark üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı Şekil 11’de görülmektedir. Ancak, geleneksel toprak işleme yöntemleriyle karşılaştırıldığında alternatif toprak işleme yöntemlerindeki kütlü pamuk verimi, ağır bünyeli topraklarda daha yüksek iken, hafif bünyeli topraklarda daha düşük olmuştur. Toprak bünyesi (kumlu, tınlı, killi vb.), uygulanacak toprak işleme yönteminin başarısını doğrudan belirlemektedir. Çünkü her bünye; su tutma kapasitesi, havalanma, sıkışma eğilimi ve işlenebilirlik açısından farklı özellikler göstermektedir. Bu da ürün verimine yansımaktadır. Uygulanan alternatif toprak işleme yöntemlerindeki farklılıklar, farklı toprak koşullarındaki ürün verimi üzerindeki etkilerinin de farklı olmasına neden olmaktadır. Örneğin yürütülen çalışmalarda ağır bünyeli toprak koşullarında, sırta ekim yöntemleri ekim anında toprak sıcaklığı ve nemini düzenlediği için avantajlı durumda iken, doğrudan ve azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin kullanımı dezavantajlı olabilmektedir (Krause vd., 2009; Gürsoy vd., 2011; Farooq vd., 2020).



Şekil 11. Farklı toprak bünyesi alt kategorilerinin alternatif ve geleneksel toprak işleme yöntemlerindeki pamuğun kütlü verimine etkisi.

Figure 11. The effect of different soil texture subcategories on cotton seed yield in alternative and conventional tillage methods.

SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye’de pamuk tarımında geleneksel toprak işleme yöntemlerine alternatif olarak kullanılan azaltılmış toprak işleme, doğrudan ekim ve sırta ekim sistemlerinin kütlü pamuk verimi üzerindeki etkileri meta-analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Meta-analiz sonuçları, alternatif toprak işleme yöntemlerinin genel olarak geleneksel toprak işleme yöntemlerine kıyasla pamuk veriminde istatistiksel olarak anlamlı bir değişime neden olmadığını göstermiştir. Bu bulgu, alternatif toprak işleme uygulamalarının verim kaybı oluşturmada pamuk üretiminde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, çalışmalar arasında yüksek heterojenite bulunması, alternatif toprak işleme

yöntemlerinin başarısının, toprak ve iklim özellikleri, ekim nöbeti, anız yönetimi, yabancı ot/hastalık/zararlı kontrolü, sulama ve gübreleme gibi faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Alt grup analizleri, özellikle sonbaharda oluşturulan sırtlara ekim ve sırtlara doğrudan ekim uygulamalarının geleneksel toprak işleme yöntemlerine göre daha olumlu sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur. Ancak yöntem seçiminin bölgenin iklim özellikleri, toprak yapısı, ürün deseni ve mevcut mekanizasyon olanakları dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda alternatif toprak işleme yöntemlerinin alt gruplarının daha ayrıntılı değerlendirilmesi, iklim ve toprak özelliklerinin standart şekilde raporlanması ve uzun dönemli denemelerin artırılması, hangi koşullarda hangi yöntemin daha başarılı olduğunun daha net ortaya konulmasına katkı sağlayacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar bu makalede herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın planlaması, verilerin toplanması, verilerin değerlendirilmesi ve makalenin yazımı Songül GÜRSOY tarafından yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aşık, K. (2015). *Söke Ovasında II. Ürün pamukta toprak işleme, ekim ve dikim yöntemlerinin bazı toprak ve bitki özellikleri üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Atakan, E., & Boyacı, K. (2017). Pamukta farklı ekim şekli ve ekim zamanının yeşilkurt (*Helicoverpa armigera* Hubn. *Lepidoptera: Noctuidae*) popülasyonuna ve bitki gelişmesine etkisinin araştırılması. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(2), 143-156. <https://doi.org/10.16969/entoteb.289802>
- Aykas, E., Yalçın, H., Önal, İ., & Evcim, Ü. (2007). İkinci ürün pamuk üretiminde doğrudan ekim uygulama olanakları. Tübitak Proje Sonuç Raporu, Proje No. TOVAG 2675.
- Blaise, D., & Ravindran, C. D. (2003). Influence of tillage and residue management on growth and yield of cotton grown on a vertisol over 5 years in a semi-arid region of India. *Soil and Tillage Research*, 70 (2), 163-173. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00153-8](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00153-8)
- Bordovsky, J. P., Lyle, W. M., & Keeling, J. W. (1994). Crop rotation and tillage effects on soil water and cotton yield. *Agronomy Journal*, 86, 1-6. <https://doi.org/10.2134/agronj1994.00021962008600010001x>
- Constable, G. A., Rochester, I. J., & Daniells, I. G. (1992). Cotton yield and nitrogen requirement is modified by crop rotation and tillage method. *Soil and Tillage Research*, 23(1-2), 41-59. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(92\)90004-U](https://doi.org/10.1016/0167-1987(92)90004-U)
- Çopur, O. (2018). GAP Projesinin Türkiye pamuk üretimine etkisi: son on yıldaki değişimler. *ADYUTAYAM Dergisi*, 6(1), 11-18. <https://izlik.org/JA46SU29DH>
- Cumming, G. (2012). *Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis*. Taylor and Francis Group.
- Demirtaş, M., & Şimşek, M. K. (2015). Kışlık fiğ üretimi sonrası pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tarımı için uygulanan farklı toprak işleme sistemlerinin karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(2), 105 - 112. <https://izlik.org/JA44FW73YN>
- Dogan, M. N., Ünay, A., Boz, Ö., & Ögüt, D. (2009). Effect of pre-sowing and pre-emergence glyphosate applications on weeds in stale seedbed cotton. *Crop Protection*, 28, 503-507. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.01.013>
- Egan, J. F., Barlow, K. M., & Mortensen D. A. (2014). A meta-analysis on the effects of 2,4-D and dicamba drift on soybean and cotton. *Weed Science*, 62, 193-206. <http://www.jstor.org/stable/43700647>
- Endale, D. M., Cabrera, M. L., Steiner, J. L., Radcliffe, D. E., Vencill, W. K., Schomberg, H. H., & Lohr L. (2002). Impact of conservation tillage and nutrient management on soil water and yield of cotton fertilized with poultry litter or ammonium nitrate in the Georgia Piedmont. *Soil and Tillage Research*, 66, 55-68. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00013-2](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00013-2)
- Farooq, O., Mubeen, K., Khan, A. A., & Ahmad, S. (2020). Sowing methods for cotton production. In S. Ahmad, & M. Hasanuzzaman (Eds.), *Cotton Production and Uses*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_4

- Gencsoyly, I., & Yalcın, I. (2004). Advantages of different tillage systems and their effects on the economically important pests, *thrips tabaci* lind. and *aphis gossypii* glov. in cotton fields. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190, 381–388. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2004.00104.x>
- Gurevitch, J., & Hedges, L. V. (1999). Statistical issues in ecological meta-analysis. *Ecology*, 80, 1142-1149.
- Gürsoy, S., Sessiz, A., Karademir, E., Karademir, Ç., Kolay, B., Urğun, M., & Malhi S. S. (2011). Effects of ridge and conventional tillage systems on soil properties and cotton growth. *International Journal of Plant Production*, 5(3), 227-236.
- Hedges, L. V., Gurevitch, J., & Curtis, P. S. (1999). The meta-analysis of response ratios in experimental ecology. *Ecology*, 80, 1150-1156.
- Himmelstein, J., Ares, A., Gallagher, D., & Myers, J. (2017). A meta-analysis of intercropping in Africa: impacts on crop yield, farmer income, and integrated pest management effects. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1242332>.
- Hulugalle, N. R., Lobry de Bruyn, L. A., & Entwistle, P. (1997). Residual effects of tillage and crop rotation on soil properties, soil invertebrate numbers and nutrient uptake in an irrigated Vertisol sown to cotton. *Applied Soil Ecology*, 7, 11-30.
- Idowu, O. J., Sultana, S., Darapuneni, M., Beck, L., Steiner, R., & Omer, M. (2020). Tillage effects on cotton performance and soil quality in an irrigated arid cropping system. *Agriculture*, 10(11), 531. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110531>.
- Ishaq, M., Ibrahim, M., & Lal, R. (2001). Tillage effect on nutrient uptake by wheat and cotton as influenced by fertilizer rate. *Soil and Tillage Research*, 62, 41-53. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(01\)00211-2](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00211-2)
- Karamanos, A. J., Bilalis, D., & Sidiras, N. (2004). Effects of reduced tillage and fertilization practices on soil characteristics, plant water status, growth and yield of upland cotton. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190, 262–276. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2004.00101.x>
- Krause, U., Koch, H. J., & Maerlaender, B. (2009). Soil properties effecting yield formation in sugar beet under ridge and flat cultivation. *European Journal of Agronomy*, 31(1), 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.02.002>
- Luo, Y. Q., Hui, D. F., & Zhang, D. Q. (2006). Elevated CO₂ stimulates net accumulations of carbon and nitrogen in land ecosystems: a meta-analysis. *Ecology*, 87, 53-63. <https://doi.org/10.1890/04-1724>
- Martin, S. W., & Hanks, J. (2009). Economic analysis of no tillage and minimum tillage cotton-corn rotations in the Mississippi Delta. *Soil and Tillage Research*, 102(1), 135-137. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.08.009>
- Meng, X., Meng, F., Chen, P., Hou, D., Zheng, E., & Xu, T. (2024). A meta-analysis of conservation tillage management effects on soil organic carbon sequestration and soil greenhouse gas flux. *Science of The Total Environment*, 954, 176315. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176315>
- Mert, M., Aslan, E., Akişcan, Y., & Çalışkan M.E. (2006). Response of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to different tillage systems and intra-row spacing. *Soil & Tillage Research* 85, 221–228.
- Nyakatawa, E. Z., Reddy, K. C., & Sistani, K. R. (2001). Tillage, cover cropping and poultry litter effects on selected soil chemical properties. *Soil and Tillage Research*, 58, 69-79. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(00\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(00)00183-5)
- O'Rourke, K. (2007). An historical perspective on meta-analysis: Dealing quantitatively with varying study results. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 100(12), 579-582. <https://doi.org/10.1177/0141076807100012020>
- Osipitan, O. A., Dille, J. A., Assefa, Y., & Knezevic, S. Z. (2018). Cover crop for early-season weed suppression in crops: Systematic review and meta-analysis. *Agronomy Journal*, 110, 2211–2221. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.12.0752>
- Özdemir, S., & Bereket Barut, Z. (2025). The Effect of strip tillage method applied in cotton cultivation in Ceyhan plain on yield. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 105-114. <https://doi.org/10.33202/comuagri.1595516>
- Ozpinar, S., & Isik, A. (2004). Effects of tillage, ridging and row spacing on seedling emergence and yield of cotton. *Soil and Tillage Research*, 75, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.still.2003.07.004>
- Philibert, A., Loyce, C., & Makowski, D. (2012). Assessment of the quality of meta-analysis in agronomy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 148, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.12.003>

- Pittelkow, C. M., Linsky, B. A., Lundy, M. E., Liang, X., van Groenigen, K. J., Lee J., van Gestel, N., Six, J., Venterea R. T., & van Kessel, C. (2015). When does no-till yield more? A global meta-analysis. *Field Crops Research*, 183, 156-168. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.020>
- Rickerl, D. H., Gordon, W. B., Curl, E. A., & Touchton, J. T. (1988). Winter legume and tillage effects on cotton growth and soil ecology. *Soil and Tillage Research*, 11(1), 63-71. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(88\)90031-1](https://doi.org/10.1016/0167-1987(88)90031-1)
- Rohatgi, A. (2012, Ocak 10). WebPlotDigitalizer: HTML5 Based Online Tool to Extract Numerical Data from Plot Images, Version 3. <http://arohatgi.info/WebPlotDigitizer/index.html>.
- Seguy, L., Bouzinac, S., Maeda, E., & Maeda, N. (1998). Large scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil. *ICAC Recorder*, 16 (1), 11-17.
- TEPGE. (2025, Mart 10). Pamuk Durum Tahmin Raporu 2024. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/36/Durum-Ve-Tahmin-Raporlari>.
- Topdemir, T. (2018). *Menemen koşullarında pamuk yetiştiriciliğinde uygulanan farklı toprak işleme yöntemlerinin enerji verimliliği ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Triplett Jr., G. B., Dabney, S. M., & Siefker, J. H. (1996). Tillage systems for cotton on silty upland soils. *Agronomy Journal*, 88(4), 507-512. <https://doi.org/10.2134/agronj1996.00021962008800040002x>
- Unay, A., Tan, E., Konak, C., & Celen, E. (2005). Influences of winter cover crop residues and tillage on cotton lint yield and quality. *Pakistan Journal of Botany*, 37(4), 905-911.
- Wallace, B. C., Lajeunesse, M. J., Dietz, G., Dahabreh, I. J., Trikalinos, T. A., Schmid, C. H., & Gurevitch, J. (2017). OpenMEE: intuitive, open-source software for meta-analysis in ecology and evolutionary biology. *Methods in Ecology and Evolution*, 8, 941-947. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12708>
- Wright, A. L., Hons, F. M., Lemon, R. G., McFarland, M. L., & Nichols, R. L. (2008). Microbial activity and soil C sequestration for reduced and conventional tillage cotton. *Applied Soil Ecology*, 38, 168-173. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.10.006>
- Yalçın, İ., Ünay, A., & Uçucu R. (2005). Effects of reduced tillage and planting systems on seed cotton yield and quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29 (5), 401-407.
- Yalçın, İ., Yavas, İ., Topuz, N., & Ünay, A. (2009). Pamukta farklı üretim tekniklerinin ve büyüme düzenleyicisi PİX'in verim ve erkencilik üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 29-33. <https://izlik.org/JA52PW98ZX>
- Yön, A., & Uysal, C. (1980). *Çukurova'da sulu ve kuru koşullarda pamuk ziraatı için toprak işleme tekniği*. T.C. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü, Tarsus Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.