

Çim alanlarda tohum miktarına bağlı alan kaplama ve toprak tepkileri: *Lolium perenne* L. üzerine bir araştırma

Area coverage and soil responses to seed rate in turfgrass: A study on *Lolium perenne* L.

Türker Oğuztürk¹

Faruk Karaoğlu¹

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Türker Oğuztürk

turker.oguzturk@erdogan.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

16.11.2025

Kabul Tarihi (Accepted)

10.04.2026

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Mehmet Güvenç Negiz

mehmetnegiz@isparta.edu.tr

Atıf (To cite this article): Oğuztürk, T., & Karaoğlu, F. (ty.). Çim alanlarda tohum miktarına bağlı alan kaplama ve toprak tepkileri: *Lolium perenne* L. üzerine bir araştırma. Ormanlık Araştırma Dergisi, 13(1), 61-70.

DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1824721>

Öz

Bu çalışma, Rize il merkezi ekolojik koşullarında farklı tohum miktarlarının çim alan tesisinde yüzey kaplama oranı, çim boyu ve toprak özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Denemelerde *Lolium perenne* türü kullanılmış, altı farklı tohum miktarı (20, 40, 60, 80, 100 ve 120 g/m²) uygulanmıştır. Araştırmada alanı kaplama yüzdesi, çim boyu, toprak sıcaklığı, pH, nem ve elektriksel iletkenlik (EC) gibi parametreler belirli aralıklarla ölçülmüş; veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tohum miktarının artışıyla birlikte yüzey kaplama oranı önemli ölçüde artmış, ancak belirli bir düzeyin üzerinde çim boyu artışı sınırlanmıştır. Toprak sıcaklığı, nem ve EC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Artan tohum yoğunluğu pH değerinde hafif bir düşüşe neden olmuştur. Çalışma sonucunda 60-80 g/m² aralığındaki tohum miktarının, homojen yüzey örtüsü, optimum gelişim ve kaynak verimliliği açısından en uygun aralık olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Rize gibi yüksek yağış ve nem oranına sahip bölgelerde çim alan tesisinde uygun tohum yoğunluğunun belirlenmesinin sürdürülebilir peyzaj yönetimi ve su kaynaklarının etkin kullanımı açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Lolium perenne*, çim alan tesisi, yüzey kaplama oranı, sürdürülebilir peyzaj yönetimi

Abstract

This study was conducted to determine the effects of different seed rates on turfgrass area coverage, turf height, and soil properties under the ecological conditions of Rize city center. In the experiments, *Lolium perenne* was used as the turfgrass species, and six different seed rates (20, 40, 60, 80, 100, and 120 g/m²) were applied. Parameters such as area coverage percentage, turf height, soil temperature, pH, moisture, and electrical conductivity (EC) were measured at regular intervals, and the data were statistically evaluated. The results indicated that increasing seed rates significantly improved area coverage; however, the increase in turf height was limited beyond a certain level. No statistically significant differences were observed in soil temperature, moisture, and EC values. Higher seed densities caused a slight decrease in pH values. Consequently, the seed range of 60–80 g/m² was determined to be the most suitable level in terms of achieving homogeneous surface coverage, optimum growth, and efficient resource use. These findings demonstrate that determining the appropriate seeding density is critically important for sustainable landscape management and efficient water use in regions with high precipitation and humidity, such as Rize.

Keywords: *Lolium perenne*, lawn establishment, surface coverage rate, sustainable landscape management



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yeşil alanlar çim alanlardan oluşmaktadır. Çim alanlar, sanayileşen ve betonlaşan kent baskısının, aynı zamanda yoğun ve stresli iş yaşamının etkisindeki bireylere, kendilerini yenileyebilecekleri ve günlük hayatın stresini azaltabilecekleri rekreatif mekânlar sunmaktadır (Acar ve Oğuztürk, 2019). Bu mekânlar, kullanıcıların boş zamanlarını kaliteli ve yüksek refah seviyesi içinde değerlendirmesine imkân tanıyarak, hem fiziksel hem de psikolojik iyilik haline katkıda bulunur. Çim alanlar, bireylerin çevresiyle sürdürülebilir bir ilişki kurmasına zemin hazırlar (Kösa ve Atik, 2013). Aynı zamanda stres düzeylerini azaltır, fiziksel aktiviteye olanak sunarak enerji seviyelerini artırır ve kullanıcıların doğal ortamlarla temasını güçlendirir.

Çim alanlar hem ekolojik hem de estetik açıdan kent peyzajının vazgeçilmez bileşenleri olup renk ve doku uyumu gibi görsel unsurlar kullanıcı algısını doğrudan etkiler (Cengiz ve Ercan Oğuztürk, 2018). Nitekim çim yüzeylerin rengi, yaprak yoğunluğu ve bitki dokusundaki homojenlik hem estetik kaliteyi hem de psikolojik konforu belirleyen önemli faktörlerdir (Ercan Oğuztürk ve ark., 2025a). Kentlerin giderek artan yapılaşma baskısı altındaki yeşil alanların fonksiyonel ve görsel açıdan yetersiz kalması, çim alanların planlı ve sürdürülebilir biçimde tesis edilmesini gerekli kılmaktadır (Oğuztürk ve ark., 2017; Ercan Oğuztürk ve ark., 2025b).

Başarılı bir çim alanının yönetimi, uygun çim bitkisi türünün seçimi, tohumun ekim miktarı, bakım sıklığı ve sulanması gibi kültürel uygulamaların doğru planlanmasına bağlıdır. Bu süreç, çalışma alanının ekolojik koşullarına en iyi uyum sağlayan çim türünün seçilmesini ve tohumunun doğru miktarda kullanılmasını içerir (Sever Mutlu ve ark., 2016; Çakır, 2020). Tohum yoğunluğu çim örtüsünün rekabet gücünü, köklenme derinliğini ve yaprak gelişimini doğrudan etkileyen önemli bir ölçüttür (Giolo ve ark., 2019; Yıldırım ve ark., 2022). Fazla tohumun kullanımı, genç fideler arasında yoğun rekabete yol açarak su ve besin alımını sınırlandırabilirken; düşük tohum miktarları ise seyrek ve kalitesiz alanlar oluşmasına neden olmaktadır (Peacock, 1975).

Bununla birlikte, çim alan tesisinde kullanılan tohum miktarı ile yüzey kaplama oranı arasındaki ilişkinin her zaman doğrusal olmadığı bildirilmektedir. Özellikle aşırı kullanıma maruz kalan alanlarda yapılan çalışmalarda, artan ekim oranının çim örtüsünün oluşum hızını ve kaplama oranını iyileştirebildiği, ancak bu etkinin belirli bir düzey-

den sonra sınırlı kaldığı belirtilmiştir. *Lolium perenne* ile gerçekleştirilen üstten tohumlama çalışmalarında, tür seçiminin en güçlü belirleyicilerden biri olduğu, buna karşılık farklı tohum miktarlarının bazı durumlarda kaplama oranı üzerinde sınırlı farklılık oluşturduğu; ancak *L. perenne* uygulamalarında genel yüzey örtüsü ve kalite değerlerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Maxey ve ark., 2022). Benzer şekilde, farklı türlerde yürütülen araştırmalar yüksek ekim miktarlarının her zaman daha yüksek nihai kaplama sağlamadığını, bazı uygulamalarda ise artan tohum miktarının azalan getiriler oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca literatürde farklı *Lolium* türleriyle yapılan çalışmalarda, 75–100 g m⁻² aralığındaki uygulamaların kaplama oranı ve görsel kalite bakımından daha uygun sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Özkan ve Kir, 2023).

Lolium perenne, hızlı kardeşlenme (vejetatif çoğalma) ve kısa sürede alanı kaplama yeteneği sayesinde Karadeniz Bölgesi koşullarına oldukça uyumlu bir türdür. Kardeşlenme (tillering) sayesinde kendini yenileme kabiliyeti yüksektir (Turner ve ark., 2006). Kış aylarının ılıman, yaz aylarının ise nemli ve serin geçtiği Rize ilinin ekolojik koşulları bu türün optimal gelişimi için elverişlidir (URL-1). *L. perenne*, serin ılıman iklim kuşaklarında yaygın olarak kullanılan ve özellikle yeterli nem koşullarında başarılı gelişim gösterebilen bir çim türüdür. Bununla birlikte, uzun süren kuraklık koşullarında büyümesi baskılanabilmekte ve özellikle su yetersizliği altında kök sisteminde morfolojik ve fizyolojik değişimler ortaya çıkabilmektedir (Turner ve ark., 2012). Ayrıca, düşük sıcaklık koşullarında ilk çıkış ve başlangıç gelişiminin daha başarılı olabildiği belirtilmektedir (Ambruz ve Hejduk, 2011.). *L. perenne*'nin gelişimi ve verimliliği, toprak tipine ve özellikle organik madde içeriğine bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Organik maddece zengin toprakların su tutma kapasitesi ve mikrobiyal aktiviteyi artırması, bitki besin elementlerinin erişilebilirliğini yükselterek bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Buttler ve ark., 2019). Bu tür, yaprak ve kök sisteminin çevresel strese verdiği tepki açısından da iyi incelenmiş bir modeldir; kuraklık veya düşük oksijen koşullarında kök sisteminde meydana gelen morfolojik değişimler su alım kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir (Jupp ve Newman, 1987; Çorbacı ve ark., 2017). Ayrıca *L. perenne* yüksek nemli topraklarda kök gelişimini sürdürebilen ender çim türlerinden biridir (Kramer, 1944).

Karadeniz iklimi, yüksek yağış ve nem oranları nedeniyle çim tesisinde özel yaklaşımlar gerektirir. Aşırı yağışlar, kök bölgesinde oksijen yetersizliği-

ne ve tuz birikimine neden olarak fizyolojik stres yaratabilir (Reddy ve Crohn, 2012). Benzer şekilde toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) düzeyleri, bitki besin elementlerinin alımını ve genel toprak kalitesini belirleyen temel göstergelerdir (Neina, 2019; Smith ve Doran, 1996). Bu nedenle çim alanının tesisinde yalnızca tür seçimi değil, ekilecek tohumun miktarı, toprak özellikleri ve çevresel koşullar birlikte değerlendirilmelidir.

Çim alanları, sadece estetik bir yüzey değil, aynı zamanda ekolojik bir sistemdir. Boş arazilerin ıslahında, toprak erozyonunun önlenmesinde, suyun toprakta tutulmasında ve hava kalitesinin iyileştirilmesinde önemli rol oynarlar. Yaprak yüzeyinde gerçekleşen fotosentezle oksijen üretir, karbondioksit ve kirleticileri absorbe eder, böylece hava kalitesini artırır (Güneylioğlu, 2007). Bitki örtüsü, yüzey ısıısının dengelenmesine katkı sağlayarak ısı adası etkisini azaltır ve kullanıcılar için daha konforlu açık alanları oluşturur (Bugge, 1987). Kent- sel alanlarda yaşanabilirliğin sürdürülmesi, bu tip ekolojik ve estetik işlevlerin birlikte ele alınmasıyla mümkündür (Alkan ve ark., 2019).

Çim alanının tesisinde temel sorunlardan biri, bölgesel ekolojik özellikler dikkate alınmadan yapılan aşırı veya yetersiz tohum uygulamalarıdır. Bu durum hem ekonomik kayıplara hem de su ve gübre gibi kaynakların gereksiz kullanımına yol açar (Varoğlu ve ark., 2015; Yüksek ve ark., 2020). Fazla tohumun kullanımı, bitkiler arasında yoğun rekabete ve aşırı su tüketimine neden olurken, az tohum kullanımı ise yüzeyde açıklıklar oluşturarak yabancı ot istilasını kolaylaştırır (Pinto ve ark., 2010). Dolayısıyla, ekolojik açıdan optimum (uygun) tohum yoğunluğunun belirlenmesi, sürdürülebilir çim yönetimi için temel bir gerekliliktir.

Günümüzde küresel iklim değişikliğine paralel olarak su kaynaklarının korunması ve verimli kullanımı büyük önem taşımaktadır. Çim alanın tesisinde kullanılacak tohum miktarının doğru belirlenmesi, suyun etkin kullanımına katkı sağlayacak sürdürülebilir bir peyzaj uygulamasıdır (Bayramoğlu ve Ercan Oğuztürk, 2020). Çim alanlar doğanın korunması, insanların yaşam kalitesinin artırılması ve çevre kalitesinin iyileştirilmesi için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle, çim alanların uygun bakım, yönetim ve tesis ilkeleriyle oluşturulması, kent ekosisteminin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir.

Araştırmalar sonucu çim alanların kullanıcıların stres yükünü azaltırken, kent ekosistemine olumlu yönde katkılarda bulunduğu gözükmektedir. Kent alanlardaki çim alanlar, estetik açıdan görsellik sağlamanın yanında, spor etkinliklerine,

dinlenmeye ve oyunlar oynamaya olanak sağlayan canlı yeşil dokulu bir örtü oluşturur. Günümüzde birçok yeşil alanda temiz su kullanımının azaltılabilmesi için alternatif su kaynaklarının kullanımı araştırılmaktadır (Yılmaz ve Kısakürek, 2018). Su kullanımının aşırı olmasının bir nedeni de toprak yüzeylerinin hızlı ve boşluk kalmayacak şekilde kapanması için belirli standartların olmaması ve bundan ötürü ihtiyaçtan fazla miktarda tohumun kullanılmasıdır.

Çalışmada çim alanı tesisindeki birçok değişken arasından çim tohumu miktarının yüzey kaplama oranına etkisinin ne ölçüde olduğu incelenmiştir. Çalışmanın hedefleri; a) Çim tohumun daha iyi toprağa tutunması ve yoğun homojen çim alanların oluşturulması, b) Çim tohumunun aşırı kullanımlarından kaynaklanan tohum israfının önüne geçilmesi, c) farklı tohum miktarları ile yüzey kaplama alanları arasındaki farkların tespit edilmesidir.

Çalışmanın amacı, Rize ili için m² başına düşmesi gereken en ideal tohum miktarının (gr) hesaplanarak literatüre kazandırılmasıdır. Hipotezlerimiz şu şekilde özetlenebilir: 1) Çim tohumu ekiminde kullanılan tohum miktarının bazal alan gelişimi üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur, 2) Tohum miktarındaki artış çim alanların su ihtiyacını önemli ölçüde değiştirmemektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Rize il merkezinde bulunan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'nin dolgu alanında belirlenen yerde yürütülmüş ve homojen ekim yapılabilmesi için tek bir takson olarak *L. perenne* seçilmiş ve bitkinin gram cinsinden miktarı değişken olarak alınmıştır (Şekil 1).

L. perenne tohumlarının bazal alanı kapatma miktarlarının tespiti için 6 farklı ekim miktarı kullanılmıştır: 20 g/m², 40 g/m², 60 g/m², 80 g/m², 100 g/m² ve 120 g/m². Her uygulama 1 m² büyüklüğündeki parsellerde ve üç tekerrürlü olacak şekilde tesadüf blokları deneme deseniyle kurulmuştur.

Ekim işlemi elle yapılmış, tüm parsellerde bakım koşulları aynı tutulmuş ve deneme süresince gübre uygulaması yapılmamıştır. Deneme parselleri A, B, C, D, E ve F olarak isimlendirilmiş ve şu işlemler uygulanmıştır:

1. işlem (A): 20 gr belirlenen tohumunun homojen olacak şekilde serpilmesi,
2. işlem (B): 40 gr belirlenen tohumunun homojen olacak şekilde serpilmesi,
3. işlem (C): 60 gr belirlenen tohumunun homojen

- olacak şekilde serpilmesi,
4. işlem (D): 80 gr belirlenen tohumunun homojen olacak şekilde serpilmesi,
 5. işlem (E): 100 gr belirlenen tohumunun homojen olacak şekilde serpilmesi,
 6. işlem (F): 120 gr belirlenen tohumunun homojen olacak şekilde serpilmesi.

İlk olarak, tohumlar hassas terazide tartılıp ayrı ayrı poşetlenmiş ve aynı işlemler tüm tekrarlar için gerçekleştirilmiştir. Kapak örtüsü için gerekli olan dere mili ise satın alınarak temin edilmiştir.

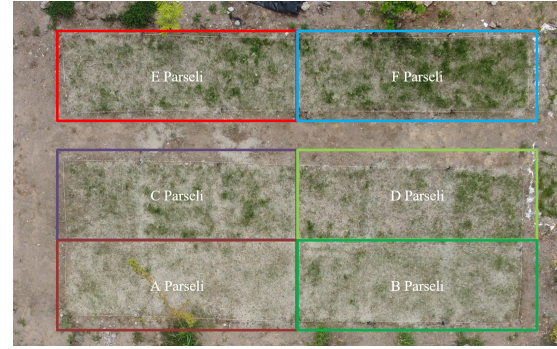
Sıra	Parsel Kodu	Parsel Adı	Tohum miktarı (gr/ m ²)
1	A	A1	20 gr
2		A2	20 gr
3		A3	20 gr
4	B	B1	40 gr
5		B2	40 gr
6		B3	40 gr
7	C	C1	60 gr
8		C2	60 gr
9		C3	60 gr
10	D	D1	80 gr
11		D2	80 gr
12		D3	80 gr
13	E	E1	100 gr
14		E2	100 gr
15		E3	100 gr
16	F	F1	120 gr
17		F2	120 gr
18		F3	120 gr

Şekil 1. Deneme deseni
Figure 1. Trial design

Parselleri hazırlarken toprak yüzeyindeki yabancı ot, moloz ve atıklar temizlendikten sonra toprak 20 cm derinliğinde bellenerak havalandırılmış, parsellere taşları elenmiş toprak 15 cm kalınlıkta serilmiş ve sonra kaba tesviye ve ince tesviye yapılmıştır. Tesviye işlemlerinden sonra çukur ve tümsek kalmaması için silindirleme işlemi yapılmıştır. Bu aşamalardan sonra homojen olacak şekilde tohum ekimi gerçekleştirilmiş ve ekimden sonra tohumların üzeri dere kumu serilerek kapatılmıştır. Parseller aynı miktarda sulanmış ve böylece sulama bir değişken olmaktan çıkartılmıştır (Şekil 2).

Gelişim parametrelerinin (ölçüt) takibinde çalışma boyunca 15 günlük sürelerle çimlerin boyu (mm) milimetrik cetvelle, toprağın sıcaklığı (°C) ve elektrik iletkenliği (EC (mS/cm)) Hanna Groline Hi 98331 cihazıyla, toprak nemi (%) ve toprak pH ölçümleri ise PH328 cihazıyla gerçekleştirilmiştir.

Düzenli olarak her 15 günde bir bu parsellerin resimleri DJİ Mini SE marka dronla kuş bakışı çekilmiş ve bu resimler kullanılarak parsellerde çimin alanı kaplama miktarları tespit edilmiştir. Her bir resim eşit piksellere getirildikten sonra İmageJ programında yeşil alanların yüzdesi tespit edilmiştir. Elde edilen veriler SPSS 29 (Premium) yazılımı ile analiz edilmiştir.



Şekil 2. Uygulama parselleri
Figure 2. Application plots

3. Bulgular

Tohum gramajının artışı genel olarak hem çimin boyu hem de alanı kaplama oranını artırmıştır. Ancak 100 g/m² ile 120 g/m² arasında anlamlı fark bulunmaması, daha yüksek tohum dozlarında ilave katkının sınırlı kaldığını göstermektedir. Pearson korelasyon analizinin sonuçlarına göre, tohum miktarı ile alanı kaplama yüzdesi ($r=0,158$; $p<0,01$), toprak sıcaklığı ($r=0,163$; $p<0,01$) ve EC (elektriksel iletkenlik) ($r=0,203$; $p<0,01$) arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Buna karşılık, parsel ile pH ($r=-0,139$; $p<0,01$) ve nem ($r=-0,068$; $p<0,05$) arasında negatif yönlü ilişkiler gözlenmiştir (Şekil 3). Çimin boyu ile toprak sıcaklığı arasında zayıf, fakat anlamlı pozitif bir korelasyon ($r=0,076$; $p<0,05$), pH ile ise negatif ve anlamlı bir ilişki ($r=-0,175$; $p<0,01$) belirlenmiştir. Alanı kaplama yüzdesi, hem nem ($r=0,565$; $p<0,01$) hem de EC ($r=0,511$; $p<0,01$) ile güçlü pozitif ilişkiler göstermektedir. Bu durum, artan nem ve tuzluluk koşullarının bitkinin gelişimi ve yüzeyi kaplama oranı üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, pH ile nem arasında ($r=0,162$; $p<0,01$) ve nem ile EC arasında ($r=0,157$ ve $p<0,01$) anlamlı pozitif ilişkiler saptanmıştır. Bu sonuçlar, toprak ortamının nemi arttıkça iletkenlik ve pH değerlerinin de paralel şekilde yükseldiğini göstermektedir.

Farklı tohum miktarlarının çimin boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=10,93$; $p<0,01$). Ortalama değerlere göre, en yüksek

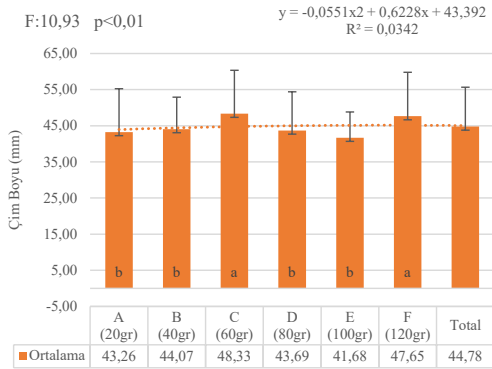
çim boyu C (60 g/m²) uygulamasında (48,33 mm) elde edilmiştir. Bu grubu F (120 g/m²) uygulaması (47,65 mm) istatistiksel olarak aynı harf grubunda (a) takip etmiştir. Diğer uygulamalarda (A, B, D, E) ise çim boyları birbirine yakın gerçekleşmiş ve b harf grubunda yer almıştır (Şekil 4).

	Çim Boyu	Alan Kaplama Yüzdesi	Toprak Sıcaklığı	pH	Nem	Ec
Parsel	,046	,158**	,163**	-,139**	-,068*	,203**
	,134	,000	,000	,000	,025	,000
Çim Boyu	-,028	-,046	,076*	-,175**	,019	
	,404	,129	,027	,000	,531	
Alan Kaplama yüzdesi		,142**	,150**	,565**	,511**	
		,000	,000	,000	,000	
Toprak Sıcaklığı			-,004	-,009	,339**	
			,907	,771	,000	
pH				,162**	,063	
				,000	,068	
Nem					,157**	
					,000	

Şekil 3. Çimin boyu, alanı kaplama oranı, toprağın sıcaklık, pH, nem ve EC arasındaki Pearson korelasyon ilişkileri (p<0,01 ve p<0,05)

Figure 3. Pearson correlation relationships between turf height, area coverage rate, soil temperature, pH, moisture and EC (p<0.01 and p<0.05)

Veriler, optimum çim boyunun aşırı veya düşük tohum miktarlarında azaldığını, orta düzey tohum yoğunluğunun (60-120 g/m²) ise daha dengeli bir büyüme sağladığını göstermektedir. Regresyon eğrisi (R²= 0,0342) düşük olsa da bu eğilim çim gelişiminin tohum miktarıyla doğrusal olmayan hafif bir ilişki gösterebileceğini ima etmektedir.



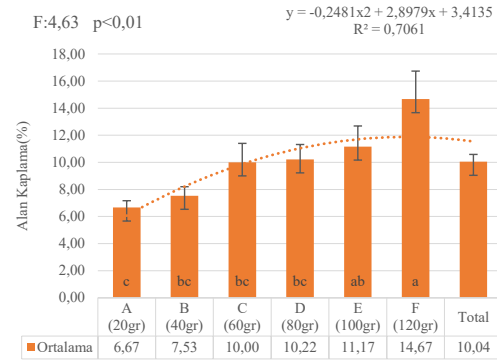
Şekil 4. Farklı tohum miktarlarının çimin boyuna (mm) etkisi (F= 10,93; p<0,01)

Figure 4. Effect of different seed amounts on the turf height (mm) where F= 10.93 and p<0.01.

Şekil 4'teki aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur

(p<0,05).

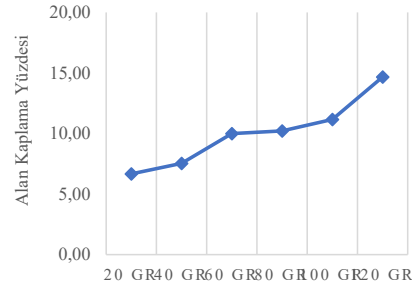
Tohum miktarının alanı kaplama oranı (%) üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F= 4,63; p <0,01). Ortalama değerlere göre en yüksek alanı kaplama oranı F (120 g/m²) uygulamasında (%14,66) elde edilmiş; o grubu E (100 g/m²) (%11,17) uygulaması istatistiksel olarak benzer düzeyde (ab grubu) takip etmiştir. En düşük kaplama oranı ise A (20 g/m²) uygulamasında (%6,67) gözlenmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6). Regresyon eğrisi (R²= 0,7061), tohum miktarı ile alanı kaplama oranı arasında güçlü ve doğrusal olmayan bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Grafik eğilimi, artan tohum miktarının alanı kaplama oranını belirli bir seviyeye kadar artırdığını, ancak bu değerden sonra etkinin sınırlı kaldığını göstermektedir.



Şekil 5. Farklı tohum miktarlarının alanı kaplama oranına (%) etkisi (F= 4,63; p<0,01)

Figure 5. Effect of different seed amounts on the area coverage rate (%), where F= 4.63 and p<0.01.

Şekil 5'deki aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (p<0,05).

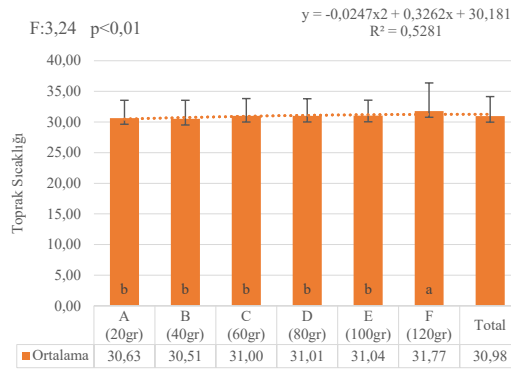


Şekil 6. Tohum miktarına bağlı olarak alanı kaplama yüzdesindeki değişim eğilimi

Figure 6. Trend of change in the area coverage percentage by seed amount

Şekil 6'daki artan tohum miktarının yüzeyi kaplama oranını artırdığı gözlenmiştir.

Tohum miktarının toprak sıcaklığı üzerine etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=3,24$; $p<0,01$). Ortalama değerlere göre en yüksek toprak sıcaklığı F (120 g/m²) uygulamasında (31,77°C) ölçülmüştür (Şekil 7). Diğer uygulamalar arasında (A, B, C, D, E) ise sıcaklık değerleri birbirine çok yakın olup istatistiksel olarak aynı harf grubunda (b) yer almıştır. Regresyon analizi ($R^2=0,5281$), tohum miktarı ile toprak sıcaklığı arasında orta düzeyde bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Artan tohum miktarının yüzeyi kaplama oranını artırarak toprakta ısı dengesini kısmen etkilediği ve mikroklimatik farklılıklar oluşturduğu söylenebilir.



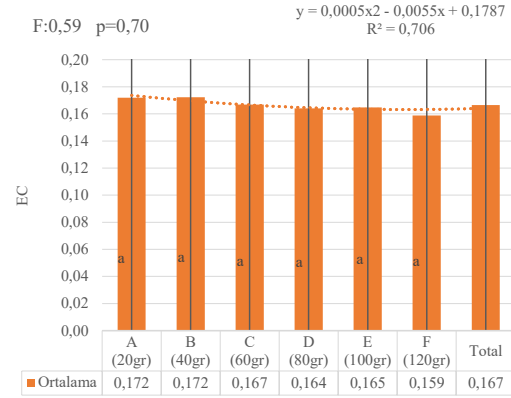
Şekil 7. Farklı tohum miktarlarının toprak sıcaklığına (°C) etkisi ($F=3,24$; $p<0,01$)
Figure 7. Effect of different seed amounts on soil temperature (°C) where $F=3,24$ and $p<0,01$

Şekil 7'deki aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p<0,05$).

Tohum miktarının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=0,59$; $p=0,70$). Ortalama EC değerleri 0,159-0,172 mS/cm aralığında değişmekte olup tüm uygulamalar aynı harf grubunda (a) yer almıştır (Şekil 8). Regresyon analizi ($R^2=0,706$) değişim yönünü açıklamakla birlikte bu ilişki istatistiksel olarak zayıftır. Bulgular, farklı tohum yoğunluklarının toprak çözeltisinde iyon birikimi ya da tuzluluk düzeyleri üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını göstermektedir. Deneme koşullarının homojenliği ve düzenli sulama rejimi EC değerlerinin benzer kalmasını sağlamış olabilir.

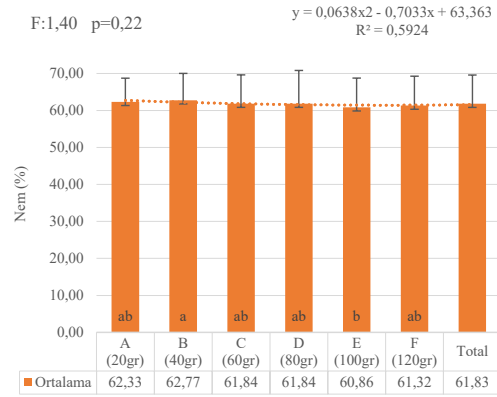
Tohum miktarının toprak nemi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=1,40$; $p=0,22$). Ortalama değerlere göre en yüksek nem oranı B (40 g/m²) uygulamasında (%62,77), en düşük ise E (100 g/m²) uygulamasında (%60,86) kaydedilmiştir (Şekil 9). Gruplar arasında önemli fark görülmemekle birlikte, genel eğilim tohumun mik-

tarı arttıkça nem değerlerinde hafif bir azalmayı işaret etmektedir. Regresyon analizi ($R^2=0,5924$) tohumun miktarı ile nem oranı arasında zayıf bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bu durum, toprak neminin deney süresince çevresel koşullardan daha fazla etkilendiğini ve tohum yoğunluğunun nem seviyeleri üzerinde belirgin bir etkiyi oluşturmadığını düşündürmektedir.



Şekil 8. Farklı tohum miktarlarının elektriksel iletkenlik (EC, dS/m) üzerine etkisi ($F=0,59$; $p=0,70$).
Figure 8. Effect of different seed amounts on electrical conductivity (EC, dS/m) where $F=0,59$ and $p=0,70$.

Şekil 8'deki uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

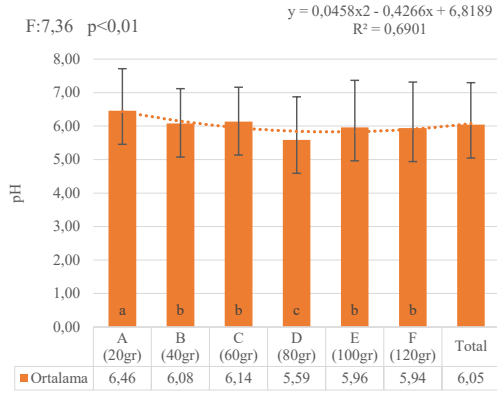


Şekil 9. Farklı tohum miktarlarının toprak nemi oranına (%) etkisi ($F=1,40$; $p=0,22$)
Figure 9. Effect of different seed amounts on the soil moisture content (%) where $F=1,40$ and $p=0,22$

Şekil 9'daki uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tohum miktarının toprak pH değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=7,36$; $p<0,01$). Ortalama değerlere göre en yüksek pH değeri A (20 g/m²) uygulamasında (6,46) ölçülmüş, en düşük pH ise D (80 g/m²) uygulamasında

(5,59) kaydedilmiştir (Şekil 10). Bu sonuç, artan tohum miktarının belirli bir düzeyden sonra toprak reaksiyonunu asidik yöne kaydırıldığını göstermektedir. Regresyon analizi ($R^2= 0,6901$), tohumun miktarı ile pH arasında orta kuvvette bir negatif ilişkinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bitki yoğunluğunun artmasıyla birlikte fizyolojik faaliyetin artması, toprak pH'sını azaltmış olabilir.



Şekil 10. Farklı tohum miktarlarının toprak pH değerine etkisi ($F= 7,36$; $p<0,01$).
Figure 10. Effect of different seed amounts on the soil pH value where $F= 7.36$ and $p<0.01$

Şekil 10'daki aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p<0,05$).

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, farklı tohum miktarlarının çim alanının tesisinde yüzey kaplama oranı, toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, tohum miktarındaki artışın yüzeyi kaplama oranını belirgin biçimde artırdığını, ancak toprağın pH, nem ve elektriksel iletkenlik (EC) gibi ölçütlerinde sınırlı değişimlere neden olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, ekolojik koşullara uygun optimum tohum yoğunluğunu belirlemenin sürdürülebilir çim tesisinde kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Çimin boyu ve alanı kaplama oranına ait sonuçlar, artan tohum miktarının çimin gelişimini desteklediğini göstermektedir. Bu eğilim, yaprak yoğunluğu ve fotosentetik yüzey alanındaki artışla ilişkilendirilebilir. Benzer şekilde, Ramirez-Garcia ve ark. (2012), yaprak alanı indeksi (İngilizce: LAI) ile zemini kaplama oranı (GC) arasında güçlü bir doğrusal ilişkinin bulunduğunu ve bitki örtüsü sıklaştıkça yüzeyi kaplama oranının hızla arttığını bildirmişlerdir. Ancak tohum yoğunluğunun belirli bir eşiği aşması, bitkiler arasındaki su ve besin re-

kabetini artırarak büyüme hızını sınırlayabilir. Bu durum Peacock (1975) tarafından da vurgulanmış, yüksek bitki yoğunluğunun yaprak büyümesini sınırlandırarak sıcaklık stresine karşı duyarlılığı artırabileceği belirtilmiştir.

L. perenne'nin hızlı kardeşlenme kabiliyeti, yüksek tohum miktarında dahi yüzeyde homojen bir dokunun oluşumuna olanak sağlamaktadır. Bu özellik, özellikle Karadeniz Bölgesi'nin nemli ve serin iklim koşullarında optimum bir türün seçimi olduğunu desteklemektedir (Jupp ve Newman, 1987). Bununla birlikte, yüksek bitki yoğunluğunun uzun vadede kök bölgesinde oksijen yetersizliği yaratabileceği ve bu durumun kök morfolojisini olumsuz etkileyebileceği (Rachmilevitch ve ark., 2006) de rapor edilmiştir.

Tohum miktarının toprak sıcaklığı üzerindeki etkisinin sınırlı kalması, çim yüzeyinin hızlı bir şekilde kaplanmasıyla yüzeyin daha homojen hale gelmesinden kaynaklanmaktadır. Morrow ve Power (1979), kök bölgesi sıcaklığının çimin gelişiminde belirleyici olduğunu ve optimum kök sıcaklığının 18-23°C aralığında gerçekleştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda ise ölçülen sıcaklık değerlerinin bu aralıkta seyretmesi, türün ekolojik adaptasyonunun güçlü olduğunu göstermektedir.

Topraktaki pH değerlerinin yüksek tohum yoğunluğunda düşüş göstermesi, kök bölgesinde artan solunum ve organik asit üretimiyle açıklanabilir. Johnson ve Burns (1985) benzer şekilde, düşük pH koşullarında toprak reaksiyonunun yabancı ot gelişimini sınırladığını ve çimin kalitesini artırdığını belirtmiştir. Ayrıca Neina (2019), pH değişiminin bitki besin elementlerinin biyo-yararlılığını doğrudan etkilediğini ve optimum pH aralığının 5,5-6,5 olduğunu vurgulamıştır. Dolayısıyla, çalışmamızda gözlenen pH düşüşü, *L. perenne*'nin besin alımı açısından kritik bir sınırın altına inmediği sürece olumsuz etki oluşturmayacaktır.

EC değerlerinde anlamlı bir farkın oluşmaması, homojen sulama koşullarının ve organik madde miktarının sabit kalmasının bir göstergesidir. Ganjunte ve ark. (2013), çim alanlardaki tuzluluğun tespiti için elektromanyetik indüksiyon (EMI) yöntemleriyle yaptıkları çalışmada, EC değişimlerinin genellikle toprak nemi ve iyon birikimiyle birlikte arttığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmamızdaki sabit EC değerleri de uygulamaların kontrollü biçimde yürütüldüğünü ve tuzluluk stresinin oluşmadığını göstermektedir.

Çim yüzeyleri, kentlerde mikroklima düzenleyici rolüyle ısı adası etkisini azaltan önemli ekolojik elemanlardır. Brandani ve ark. (2016), çim yüzey-

lerin özellikle yaz aylarında toprağın yüzey sıcaklığını 2-3°C düşürdüğünü ve buharlaşma yoluyla termal konforu artırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Waterhouse (1955), çim örtüsünün yüzeye yakın nemli tabakayı koruyarak buharlaşma dengesini sağladığını ve böcek yaşam alanları için uygun mikroklimayı oluşturduğunu vurgulamıştır.

Tohum miktarının su tüketimi üzerindeki dolaylı etkileri ekolojik peyzaj yönetiminde kritik bir parametredir. Daane ve ark. (2018), yerli çim türlerinin toprak nemini koruma kapasitesinin yüksek olduğunu ve bu özelliklerinin su verimliliği programlarında kullanılabileceğini göstermiştir. Rize ili iklim koşullarında fazla tohumun kullanımı su tüketimini gereksiz yere artırmakta, buna karşılık düşük tohum miktarı ise yabancı ot istilası riskini yükseltmektedir (Pinto ve ark., 2010). Bu nedenle 60-80 g/m² aralığı Rize ve benzer yöreler için hem ekonomik hem de ekolojik açıdan optimum tohum miktarı olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışma, farklı tohum miktarlarının çim alanının tesisinde bu bitkinin gelişimi ve toprak özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Tohum miktarı, çim alanın yüzeyi kaplama oranı ve **çim boyu** üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Artan tohum miktarıyla birlikte kaplama oranı artmış, ancak aşırı yoğun ekimlerde bitkiler arası rekabet nedeniyle çim boyunun artışı sınırlı kalmıştır. Toprak sıcaklığı, uygulamalar arasında küçük farklılıklar göstermiş, yüzey koşullarının daha homojen hale gelmesine katkı sağlamış olabilir. Topraktaki pH değeri, artan tohum miktarıyla birlikte kısmen düşmüş; bu durum kök bölgesinde artan solunum ve organik asit üretimiyle ilişkilendirilmiştir. Nem ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuç, homojen sulama koşullarının ve dengeli toprak yapısının korunduğunu göstermektedir.

Optimum tohum miktarı olarak 60-80 g/m² aralığı önerilebilir. Bu aralık, hem estetik ve ekolojik açıdan istenen yüzey örtüsünü sağlamakta hem de gereksiz tohum ve su kullanımını önlemektedir. Elde edilen sonuçlar, Rize ili gibi nemli iklim bölgelerinde çim alanının tesisinde ekolojik koşullara uygun tohum yoğunluğunu belirlemenin sürdürülebilir peyzaj yönetimi açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Tohum kullanımında mutlaka standardizasyon sağlanmalıdır.

Peyzaj planlamada su verimliliği esas alınmalıdır. Yağmur suyunun hasadı ve gri su kullanımının entegrasyonu, çim alanların bakımında sürdürülebilir su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bakım ve sulama planları, iklim koşullarına uyarlanmalıdır. Rize gibi nemli yörelerdeki

aşırı sulama, toprak havalanmasını azaltmakta ve pH dengesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, nem sensörlerine dayalı sulama sistemlerinin kullanılması önerilebilir.

L. perenne, Karadeniz Bölgesi koşullarında yüksek yenilenme ve adaptasyon kapasitesiyle öne çıkmaktadır. Ancak karışım uygulamalarında lokal çim ve diğer bitki türleriyle desteklenmesi yüzey dayanıklılığını artırabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından FLO-2025-1907 kodlu proje ve TÜBİTAK 2209A projeleri kapsamında 1919B012304586 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Yazar Katkıları

Anafikir/Planlama - T. Oğuztürk, F. Karaoğlu, Veri toplama/İşleme - T. Oğuztürk, F. Karaoğlu, Veri Analizi ve Yorumlama - T. Oğuztürk, F. Karaoğlu, Literatür Taraması - T. Oğuztürk, F. Karaoğlu, Yazım - T. Oğuztürk, F. Karaoğlu, Gözden Geçirme ve Düzeltme - T. Oğuztürk.

Kaynaklar

Acar, H., Oğuztürk, T., 2019. Rize İli Sahil Parkı'nın Rekreatyonel Potansiyeli ve Kullanıcı Tercihlerinin Belirlenmesi. Şu eserde: Mimarlık Bilimlerinde Güncel Akademik Çalışmalar (Kozlu, H.H.: Edt). s205-223. Gece Kitaplığı. ISBN: 978-2-38236-057-6

Alkan, Y., Sağlık, A., Kelkit, A., Engin, G.Ü.R., Sağlık, E., 2019. Peyzaj uygulamalarında sık kullanılan 4 farklı serin iklim çim tohumunun farklı ortamlarda gösterdikleri performansların belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3): 644-654

Bayramoğlu, E., Ercan Oğuztürk, G., 2020. Kurakçıl peyzaj açısından Rize Sahil Parkı'nın incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 10(21): 13-24

Brandani, G., Napoli, M., Massetti, L., Petralli, M., Orlandini, S., 2016. Urban soil: Assessing ground cover impact on surface temperature and thermal comfort. *Journal of Environmental Quality*, 45(1): 90-97

Bugge, G., 1987. Selection for seed yield in *Lolium perenne* L. *Plant Breeding*, 98(2): 149-155

Cengiz, C., Ercan Oğuztürk, G., 2018. Peyzaj Uygulamalarında Çim Alan Tesis Tekniği. Şu eserde: Mimarlık, Planlama ve Tasarım Alanında Yenilikçi Yaklaşımlar. s.151-158). Gece Akademi

Çakır, M., 2020. Potasyum Silikat ve Azot Uygulamalarının Japon Çiminin (*Zoysia japonica* Steud.) Çim Performansına Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi.

Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. Isparta

Çorbacı, Ö.L., Yazgan, M.E., Özyavuz, M., 2017. Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) ve Uygulamaları. Karakayalar Matbaası, Uzunköprü-Edirne

Daane, K.M., Hogg, B.N., Wilson, H., Yokota, G.Y., 2018. Native grass ground covers provide multiple ecosystem services in Californian vineyards. *Journal of Applied Ecology*, 55(5): 2473-2483

Ercan Oğuztürk, G., Oğuztürk, T., Mengene, A., Terzi, N., 2025a. Kampüs alanlarında perennial bahçe tasarımı, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Merkez Kampüsü örneğinde öneri proje ve kullanıcı algısı. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 26(2): 507-519. Doi.org/10.17474/artvinofd.1736310

Ercan Oğuztürk, G., Oğuztürk, T., Dağgez, G., 2025b. Rize ili koşullarında dört *Festuca* türünün alan kaplama performansının toprak pH, sıcaklık ve nem özellikleri ile ilişkisi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 10(5): 615-624. Doi.org/10.35229/jaes.1740449

Ganjugunte, G., Leinauer, B., Schiavon, M., Serena, M., 2013. Using electro-magnetic induction to determine soil salinity and sodicity in turf root zones. *Agronomy Journal*, 105(3): 836-844

Giolo, M., Benincasa, P., Anastasi, G., Macolino, S., Onofri, A., 2019. Effects of sub-optimal temperatures on seed germination of three warm-season turfgrasses with perspectives of cultivation in transition zone. *Agronomy*, 9(8): 421

Güneylioğlu, H., 2007. Çok Yıllık Çim (*Lolium perenne* L.) Çeşitlerinin Ankara Koşullarında Tarımsal Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. Ankara

Johnson, B.J., Burns, R.E., 1985. Effect of soil pH, fertility, and herbicides on weed control and quality of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) turf. *Weed Science*, 33(3): 366-371

Jupp, A.P., Newman, E.I., 1987. Morphological and anatomical effects of severe drought on the roots of *Lolium perenne* L. *New Phytologist*, 105(3): 393-402

Kösa, S., Atik, M., 2013. Bitkisel peyzaj tasarımında renk ve form; çınar (*Platanus orientalis*) ve sığla (*Liquidambar orientalis*) kullanımında Peyzaj Mimarlığı öğrencilerinin tercihleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(1): 13-24

Kramer, P.J., 1944. Soil moisture in relation to plant growth. *The Botanical Review*, 10(9): 525-559

Morrow, L. A., Power, J.F., 1979. Effect of soil temperature on development of perennial forage grasses 1. *Agronomy Journal*, 71(1), 7-10.

Neina, D., 2019. The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. Doi.org/10.1155/2019/5794869

Oğuztürk, T., Gökyer, E., Çorbacı, Ö.L., 2017. Evaluating landscape changes in a coastal city: Case of Amasra city, Turkey. Şu eserde: *Sustainable Landscape Planning and Design* p. 355-365. Frankfurt, The Peter Lang

Peacock, J.M., 1975. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. II. The site of temperature perception. *Journal of Applied Ecology*, 115-123

Pinto, U., Maheshwari, B.L., Grewal, H.S., 2010. Effects of greywater irrigation on plant growth, water use and soil properties. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(7): 429-435

Rachmilevitch, S., Lambers, H., Huang, B., 2006. Root respiratory characteristics associated with plant adaptation to high soil temperature for geothermal and turf-type *Agrostis* species. *Journal of Experimental Botany*, 57(3): 623-631

Ramírez García, J., Almendros García, P., Quemada Saenz-Badillos, M., 2012. Ground cover and leaf area index relationship in a grass, legume and crucifer crop. *Plant, Soil and Environment*, 58(8): 385-390

Reddy, N., Crohn, D.M., 2012. Compost induced soil salinity: A new prediction method and its effect on plant growth. *Compost Science & Utilization*, 20(3): 133-140

Sever Mutlu, S., Atılgan, H.A., Çakır, M., 2016. Akdeniz Koşullarında *Zoysia* spp. Türlerinin Genel Çim Performansı ve Morfolojik Özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 45(Özel Sayı 1). 7. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Ç.Kale. s977-983

Smith, J.L., Doran, J.W., 1996. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. *Methods for Assessing Soil Quality*, 49: 169-185

URL-1. *Lolium perenne* L. cim-art.com/lolium-perenne113.html (Ziyaret tarihi: 18.05.2023)

Varoğlu, H., Avcıoğlu, R., Değirmenci, R., 2015. Kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae*), çayır salkım otu (*Poa pratensis*), kırmızı yumak (*Festuca rubra*) ve İngiliz çimi (*Lolium perenne*) çeşitlerinin çim alan özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2): 85-95

Waterhouse, F. L., 1955. Microclimatological profiles in grass cover in relation to biological problems. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 81(347): 63-71

Yıldırım, N., Pulatkan, M., Ercan Oğuztürk, G., 2022. GA₃ treatments on seed germination in *Rhodothamnus sessilifolius*, an endangered species in Turkey. *Caldasia*, 44(2): 241-247

Yılmaz, M. B., Kısakürek, Ş., 2018. Bazı çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 204-217

Yüksek, T., Oğuztürk, T., Çorbacı, Ö.L., 2020. Solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında

Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng bitkisinin gelişimine etkisi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(4): 743-749

Maxey, G. L., Wallace, V. H., Guillard, K., & Henderson, J. J. (2022). Species, cultivar and seeding rate effects on non-irrigated, pesticide-free athletic fields playing surface quality. *International Turfgrass Society Research Journal*, 14(1), 403-411. <https://doi.org/10.1002/its2.47>

Ozkan, S. S., & Kir, B. (2023). Impacts of seeding rates of different *Lolium* species on winter overseeding of seashore paspalum in Mediterranean regions: turf quality and suitability for football pitches. *Italian Journal of Agronomy*, 18(1), 2180. <https://doi.org/10.4081/ija.2023.2180>

Ambruz, J., & Hejduk, S. (2011). Autumn terms of sowing of turf grasses and legumes and their initial development. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun*, 9-16.

Turner, L. R., Holloway-Phillips, M. M., Rawnsley, R. P., Donaghy, D. J., & Pembleton, K. G. (2012). The morphological and physiological responses of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.; syn. *Schedonorus phoenix* Scop.) to variable water availability. *Grass and Forage Science*, 67(4), 507-518.

Buttler, A., Mariotte, P., Meisser, M., Guillaume, T., Signarbieux, C., Vitra, A., ... & Gavazov, K. (2019). Drought-induced decline of productivity in the dominant grassland species *Lolium perenne* L. depends on soil type and prevailing climatic conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 132, 47-57.

Turner, L. R., Donaghy, D. J., Lane, P. A., & Rawnsley, R. P. (2006). Effect of defoliation management, based on leaf stage, on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth.) and cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) under dryland conditions. 1. Regrowth, tillering and water-soluble carbohydrate concentration. *Grass and forage science*, 61(2), 164-174.