



ANADOLU ORMAN
ARAŞTIRMALARI DERGİSİ
ANATOLIAN JOURNAL OF
FOREST RESEARCH



Cilt 6 No:1 Haziran 2020

Vol: 6 Issue: 1 June 2020





Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY	Bursa Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ahmet YEŞİL	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	TÜRKİYE
Doç. Dr. Akif KETEN	Düzce Üniversitesi	TÜRKİYE
Asst. Prof. Dr. Carlos A. GONZALES-BENECKE	Oregon State University	A.B.D.
Prof. Dr. Atakan ÖZTÜRK	Artvin Çoruh Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU	Artvin Çoruh Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ceyhun GÖL	Çankırı Karatekin Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Erjon MUHARREMAJ	University of Tirana	ARNAVUTLUK
Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Fahrettin TİLKİ	Artvin Çoruh Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Hakkı YAVUZ	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL	Bartın Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. İbrahim ÖZDEMİR	Süleyman Demirel Üniversitesi	TÜRKİYE
Doç. Dr. İlker ERCANLI	Çankırı Karatekin Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Melih BOYDAK	Işık Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Mustafa Fehmi TÜRKER	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ömer KARA	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Prof. Dr. Murat DEMİR	İstanbul Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Prof. Dr. Rasoul YUSEFFPOUR	University of Freiburg	ALMANYA
Prof. Dr. Prof. Dr. Timothy RANDHIR	University of Massachusetts	A.B.D.
Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK	Süleyman Demirel Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Sabri ÜNAL	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Serdar CARUS	Süleyman Demirel Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Seyran PALABAŞ UZUN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Sezgin AYAN	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN	Çankırı Karatekin Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Steve WOODWARD	University of Aberdeen	İNGİLTERE
Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK	İstanbul Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ünal AKKEMİK	İstanbul Üniversitesi	TÜRKİYE
Okutman Vitalie GULCA	State Agricultural University of Moldova	MOLDOVA
Prof. Dr. Yusuf SERENGİL	İstanbul Üniversitesi	TÜRKİYE

**Anadolu Orman
Araştırmaları
Dergisi**



**Anatolian Journal
of Forest
Research**

**ISSN: 1309-856X
E-ISSN: 2564-7660**

Cilt: 6 No: 1 Haziran 2020

Vol: 6 Issue: 1 June 2020

Editör Kurulu /Board of Editors

Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN
Editör

Prof. Dr. Nuri ÖNER	Silvikültür
Prof. Dr. Sedat KELEŞ	Orman Amenajmanı, Orman Hasılatı
Prof. Dr. Nazan KÜTER	Peyzaj Mimarlığı, Peyzaj Planlama ve Tasarımı
Doç. Dr. Ender BUĞDAY	Uzaktan Algılama, Orman İnşaatı ve Transportu
Doç. Dr. İlker ERCANLI	İstatistik, Orman Hasılatı
Doç. Dr. Meriç ÇAKIR	Orman Ekolojisi, Orman Mühendisliği, Toprak Ekolojisi
Doç. Dr. Serhat URSAVAŞ	Bitki Sistematiği, Tohumuz Bitki Sistematiği, Orman Botaniği
Doç. Dr. Üstüner BİRBEN	Ormancılık Hukuku,Ormancılık Politikası
Dr. Öğr. Üyesi Arda ÖZEN	Biyoloji, Ekoloji, Hidrobiyoloji, Limnoloji, Havza Yönetimi, Su Kalitesi
Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR	Orman Entomolojisi

Dizgi Sorumlusu & KapakTasarımı
Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR

Compositor & Cover Design
Assist. Prof. Dr. Yalçın KONDUR

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TÜRKİYE
Tel: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983

Bu dergi yılda iki defa yayınlanır

This journal is published twice a year

Anatolian Journal of Forest Research has been published as REFEREED JOURNAL according to 03/24/2010 dated and 11/3 numbered decision of the Administrative Board of Çankırı Karatekin University

Indexed and Abstracted in

SOBIAD, DRJI, Google Scholar



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

• Assessment of Spatial Variability of Soil Characteristics and Plant Diversity in Semi-Arid Grasslands	
• Bir Yarı-kurak Bir Merada Toprak Karakteristikleri ve Bitki Zenginliğinin Uzaysal Değişkenliğinin Değerlendirilmesi Ü. Yılmaz, S. Erşahin, S. Sünal Kavaklıgil	1
• Ecological Balance and Human Health in Forested Areas Orman Alanlarında Ekolojik Denge ve İnsan Sağlığı S. Ayanoğlu, M. Dölarıslan, E. Gül	9
• Kamusal Dış Mekânda Engelliler İçin Tasarım: Çankırı, Recep Tayyip Erdoğan Kent Parkı Örneği	
• Design for Disabilities in Public Outdoor Space: A Case of Recep Tayyip Erdoğan Urban Park in Çankırı N. Kuter, M.N. Erciyez Çapraz	14
• Yarı-Kurak Bir Tarım Arazisinde Toprak Kalitesinin Uzaysal Değişkenliği • Spatial Variability of Soil Quality on a Semi-arid Agricultural Land S.H. Mohamed, S. Erşahin, S. Sünal Kavaklıgil	28
• Bazı Bitkilerin Rüzgar Erozyonuna Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi: Çankırı Örneği • Determination of Effectiveness of Some Species of Plants Against Wind Erosion; Çankırı Case Ö.B. Timur, A.U. Özcan, U.P. Timur, H. Çelem, H. Perçin, M. Başaran	39



Assessment of Spatial Variability of Soil Characteristics and Plant Diversity in Semi-Arid Grasslands

Ü. Yılmaz*, S. Erşahin, S. Sünel Kavaklıgil

Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Soil Science and Ecology Department, Çankırı/TURKEY

* İletişimden sorumlu yazar (ulkuyilmaz@karatekin.edu.tr)

ARTICLE INFO

Received: November 4th, 2019

Accepted : September, 14th, 2020

*Corresponding author:

✉ ulkudikmen@karatekin.edu.tr

ORCID 0000-0001-5031-0523

ABSTRACT

Research Article

Semi-arid areas comprise a considerable acreage in Turkey and the vegetation cover is very sensitive in those areas. This study was conducted in a typical semi-arid area at the Çankırı Karatekin University Campus for the purpose of analyzing spatial relationships between soil properties and the number of plant species (NPS) per square meter, which is an important indicator for desertification

studies. Two transects (one normal and other parallel to the slope) were placed on north-east and another two transects on south-west aspect of a hill in the study area. Soil samples were taken from 0-5 and 5-20 cm soil depth from 5-m apart on each transect and the NPS per square meter was determined at each sampling point. The soil samples were analyzed for physical (sand, silt, clay, bulk density, field capacity, wilting point, plant available water content, aggregate stability) and chemical (pH, electrical conductivity, organic matter and CaCO₃ contents) properties. Descriptive statistics were calculated for all soil variables and the NPS. The results showed that the NPS was similar in mean and coefficient of variation on all the four transects. The correlation coefficients among the measured soil variables and the NPS changed between 0 and 0.82. The correlogram analysis of soil variables and cross-correlogram analysis between soil variables and the NPS were performed. The results of geostatistical analysis showed that sand content, bulk density, plant available water content, silt content, and EC spatially related to the NPS. The results have a potential for use in studies of grassland development.

Key Words: Correlogram analysis, desertification, geostatistics, plant diversity, semi-arid grasslands

Yarı-kurak Bir Merada Toprak Karakteristikleri ve Bitki Zenginliğinin Uzaysal Değişkenliğinin Değerlendirilmesi

ÖZ

Yarı-kurak alanlar Türkiye’de önemli bir yer kaplar ve bu alanlardaki vejetasyon dış etkenlere oldukça hassastır. Bu çalışma Çankırı koşullarında tipik-yarı kurak alanları temsilen seçilen bir merada bitki tür zenginliği ile toprak özellikleri arasındaki uzaysal ilişkilerin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Birisi eğime dik ve diğeri eğime paralel olmak üzere iki örnekleme hattı tepenin kuzey-doğu ve güney-batı baklarına yerleştirildi. Hatlar üzerinde 5 er m ara ile 0-5 ve 5-20 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak toprak fiziksel özellikleri (kum, silt, kil hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve agregat stabilite indeksi) ve kimyasal özellikler (pH, elektriksel iletkenlik, organik madde ve CaCO₃ içeriği) için analiz edildi. Aynı zamanda örnekleme anında, her bir örnekleme noktasında 1 m²’lik alanda bitki tür sayısı belirlendi. Her bir toprak değişkeni ve bitki tür sayısı için tanımsal istatistikler hesaplandı. Sonuçlar bitki tür sayısına ilişkin her dört hat için hesaplanan aritmetik ortalama ve değişkenlik katsayısı değerlerinin benzer olduğunu göstermiştir. Toprak özellikleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları 0 ve 0.82 arasında değişen değerler almıştır. Korelogram analizi kum içeriği, silt içeriği, hacim ağırlığı, bitkiye yarayışlı su içeriği ve EC ile bitki tür sayısı arasında uzaysal ilişkinin olduğunu göstermiştir. Sonuçların mera geliştirme çalışmalarında kullanım potansiyeli bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Korelogram analizi, Çölleşme, Jeostatistik, Bitki çeşitliliği, Yarı-kurak meralar.

Citing this article:

Yılmaz, Ü., Erşahin, S., Sünel Kavaklıgil, S., 2020. Assessment of Spatial Variability of Soil Characteristics and Plant Diversity in Semi-Arid Grasslands. Anatolian Journal of Forest Research 6(1): 1-8.

1. Introduction

In Turkey, grassland management plans have been established to support herbal yield and quality of grasslands. In order to achieve an effective management plan, all components of grasslands quality must be considered in planning. However, these management plans have ignored effects of soil properties on plant species distribution. In this context, it is very important to know soil properties, which are important factors in determining grassland quality (Güsewell and Koerselman, 2002). The main factors affecting plant diversity are often related to abiotic factors such as soil properties (Wellstein et al., 2007). Many studies indicate that soil pH and organic matter content have important effects on the number of plant species (Cheng et al., 2016; Dinga et al., 2017; Xue et al., 2019). Also, it is needed to know the temporal and spatial changes of soil properties that affect the number of plant species (Klaus et al., 2013).

Grasslands are very complex ecosystems because of interactions between vegetation and soil properties (Van der Putten et al., 2013). Geostatistical analysis is required to provide better understanding of these interactions than classical statistical methods (Isaaks and Srivastava, 1989). Quantification of soil spatial variability is important in grassland resource management (Wei et al., 2008). In arid and semi-arid grasslands, grazing can either increase or decrease the spatial heterogeneity of vegetation by modifying the structure and spatial arrangements of the vegetation patterns (Lin et al., 2010). An important limitation of analysis of spatial pattern in ecological systems that it requires spatially intensive data. Such information is difficult to obtain by field measurements. The spatial dependency is characterized and measured by geostatistical methods such as semivariogram analysis (Isaaks and Srivastava, 1989).

Correlograms are nonparametric statistical tools and used to quantify association among individual units across geographical scales (Stein et al., 1997; Zhao et al., 2010). Correlogram function provides correlation distance of a feature. For this, the mean correlation distance of the corresponding property must be calculated (Han et al., 1994). The range distance of the semivariogram is that the spatial dependence of the corresponding variable ends. However, it does not mean that spatial dependence in all of this distance is significant (statistically significant) (Nielsen and Wendroth, 2003). Similarly, spatial cross-correlograms estimate distance-based cross-correlations between units representing two different groups, and multivariate

correlograms estimate compositional similarity or dissimilarity across space (Kendig et al., 2017). In this context, each soil characteristic studied is analyzed graphically by means of correlograms and the spatial structure of the variables is compared.

The aim of this study was to evaluate spatial cross-correlations between soil properties and plant diversity and compare them along vertical and horizontal transects of the northerly and southerly aspects of a semi-arid grassland hillslope.

2. Materials and Methods

2.1. Study area and soil sampling

The study area is located on a sloping landscape (height) nearby Çankırı city, in North Central Anatolia (between 40° 30' and 41° 30' North latitudes and 32° and 33° East longitudes). The climate is semi-arid continental, with annual mean total precipitation is 538 mm, of which 60-80% falls from April to June. Two transects, one parallel and the other normal to the slope were located at the north-east and south-west facing slopes of the hill. Disturbed and undisturbed soil samples were taken from 0-5 and 5-20 cm depths at each transect with 5-m intervals. Undisturbed soil samples were taken on the sampling points at the two layer (0-5 and 5-20) for bulk density. The number of plant species at 1-m² surrounding each sampling point was determined at the sampling. In each sampling point, positioned by GPS with UTM system has been set up for the geostatistical analysis. Bulk density was determined on undisturbed soil samples which was taken by using a steel core sample of a 100 cm³ volume (Blake and Hartge, 1986), particle size distribution (Gee and Bauder, 1986) and aggregate stability (Kemper and Rosenau, 1986) were determined. The water contents at soil water pressures of -0.033 MPa (θ -0.033 MPa) and -1.50 MPa (θ -1.50 MPa) were measured using a pressure plate apparatus (Cassel and Nielsen, 1986). The plant species determined in the study area are given in the Table 1 and Table 2.

Table 1. Plants on the northeast slope.

Horizontal transect		Vertical transect	
<i>Astragalus</i> spp.	<i>Convolvulus</i> spp.	<i>Astragalus</i> spp.	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Festuca ovina</i>	<i>Crupina crupinastrum</i>	<i>Festuca ovina</i>	<i>Helianthemum nummularium</i>
<i>Stipa</i> spp.	<i>Bromus danthoniae</i>	<i>Stipa</i> spp.	<i>Onobrychis hypargyrea</i>
<i>Onobrychis hypargyrea</i>	<i>Allium</i> spp.	<i>Origanum</i> spp.	<i>Agropyron cristatum</i>
<i>Helianthemum nummularium</i>	<i>Origanum</i> spp.	<i>Euphorbia</i> spp.	<i>Scabiosa</i> spp.
<i>Scabiosa</i> spp.	<i>Brachypodium</i> spp.	<i>Salvia</i> spp.	
<i>Genista</i> spp.	<i>Cynodon dactylon</i>		
<i>Salvia</i> spp.	<i>Euphorbia</i> spp.		

Table 2. Plants on the southwest slope.

Horizontal transect		Vertical transect	
<i>Astragalus</i> spp.	<i>Aegilops</i> spp.	<i>Astragalus</i> spp.	<i>Allium</i> spp.
<i>Festuca ovina</i>	<i>Centaurea virgata</i>	<i>Festuca ovina</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Stipa</i> spp.	<i>Helianthemum nummularium</i>	<i>Stipa</i> spp.	<i>Medicago</i> spp.
<i>Convolvulus</i> spp.	<i>Eryngium</i> spp.	<i>Euphorbia</i> spp.	<i>Helianthemum nummularium</i>
<i>Euphorbia</i> spp.	<i>Bromus danthoniae</i>	<i>Pimpinella corymbosa</i>	<i>Salvia</i> spp.
<i>Scabiosa</i> spp.	<i>Origanum</i> spp.	<i>Origanum</i> spp.	
<i>Salvia</i> spp.	<i>Pimpinella corymbosa</i>		

2.2. Statistical and geostatistical analyses

Descriptive statistics were calculated for soil physical properties and the number of plant species. The geostatistical software GS⁺ was used to analyze the spatial structure of the data for each parameter. Cross-correlograms were calculated to evaluate spatial interactions between plant diversity and each of soil physical and chemical properties. Variable-lag distances were used to select correlograms, whereby at least ten lags were used, with a minimum of 30 data pairs ensured in each lag. Unlike the semivariogram, the correlogram filters out the effects of changes in both lag means and lag variances. Each point in a correlograms was calculated from following equation:

$$\rho^*(h) = \frac{1}{N(h)} \cdot \sum_{i=1}^{N(h)} \frac{\{[z(x_i) - m_{-h}][z(x_i+h) - m_{+h}]\}}{S_{-h} S_{+h}} \tag{1}$$

Where $z(x_i)$ and $z(x_i + h)$ are two data points separated by a distance lag (h). Datum $z(x_i)$ is the

tail and $z(x_i + h)$ is the head of the vector, $N(h)$ is the total number of data pairs separated by lag h , m_{-h} and m_{+h} are means of the points that correspond to tail and head of the lag, respectively, S_{-h} and S_{+h} are standard deviations of tail and head values of the lag (Halvorson et al., 1994). The correlogram was preferred because it removes the effects of lag means and standardizes by the lag variance (Rossi et al., 1992).

Cross-correlograms were calculated for between number of plant species and soil properties using the equation (2), where is $N(h)$ is the total number of data pairs separated by a vector h , I_A is plant data at some location (x_i), m_{A-h} and S_{A-h} are the mean and standard deviation, for the plant variable at those data locations that are $-h$ away from a soil property data location.

$$\rho_u(h) \times NPS(h) = \frac{1}{N(h)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N(h)} \sum_{k=1}^{N(h)} [I_A - m_{A-h}][I_B - m_{B+h}]}{S_{A-h} S_{B+h}} \tag{2}$$

Similarly, I_B is soil variable data at location (x_k), m_{B+h} and S_{B+h} are the mean and standard deviation of soil variable's indicators calculated for those locations that are $+h$ away from a number of plant species data location. When h is 0, equation 2 is equivalent to the Pearson correlation coefficient.

3. Results

3.1. Descriptive statistics

Descriptive statistics of soil variables and “number plant species” showed a complex interaction between soils and terrestrial attributes. The exploratory statistics for soil properties showed that data generally exhibited high variability (Tables 3 and 4) according to Mulla and McBratney (2002), who noted that a distribution with a coefficient of variation greater than 36% is deemed highly variable, between 16% and 36% is moderately variable, less than <16% is little variable. Statistical distribution for sand and clay content behaved similarly across transects and between the slope aspects, with the exception of horizontal transect on northwest aspect. Mean for silt content was relatively uniform across the transects. Clay content was generally highly variable, while sand and silt contents were moderately to slightly variable between the transects. In general, sand and silt contents were slightly skewed and clay content was moderately to highly skewed. Mean bulk density was highly consistent between transects and slope aspects (Tables 3 and 4).

Both of field capacity and wilting point were moderately variable across the subjects. The mean for organic matter (OM) content was highly uniform between transects and slope aspects, while it was generally highly variable. Similarly to OM content, CaCO₃ content was highly uniform between the transects and slope aspects in its mean, while its variability was always high and showed differences between the transects and slope aspects. Soil pH was highly consistent between the transects and slope aspects in its mean and variability. On the other hand, mean for EC behaved similarly to pH, while it showed medium to high variability, differing considerably between the transects and slope aspects. The mean for aggregate stability index (ASI) was considerably low for all the cases and it showed high variability.

Number of plant species (NPS) indicates vegetation diversity and it is an important indicator of grassland quality. Mean for NPS was highly consistent between transects and slope aspect. NPS

was moderately variable at three of four transects and highly variable at one transect (Tables 3 and 4).

Coefficient of skewness is an important indicator of symmetry of the distribution curve. Majority of soil variables are moderately and highly skewed according to Webster (2001), who noted that a distribution with a skewness greater than absolute 1.0 is deemed strongly skewed, between absolute 0.5 and absolute 1.0 moderately skewed, and less than absolute 0.5 is slightly skewed. EC was strongly skewed, and BD, sand content and OM content were slightly skewed in all the cases. The other soil properties showed differences in extent of their skewness across the cases. For example, CaCO₃ content was strongly skewed on horizontal transect of northeast and vertical transect of southwest aspects, while it was slightly skewed on vertical transect of northeast and moderately skewed on the horizontal transect of southeast aspect. NPS was slightly skewed on three of four transects and moderately skewed on the rest (Tables 3 and 4).

Table 3. Descriptive statistics of soil properties and number of plant species in northeast aspect.

Variables	Mean	SD	Max	Min	Skewness	Kurtosis	CV (%)
Horizontal transect							
Clay (%)	37.5	20.02	76.0	8.00	0.12	-1.31	53.3
Sand (%)	34.1	16.56	76.0	3.00	0.31	-0.38	48.5
Silt (%)	28.2	10.80	53.0	10.0	0.69	-0.45	38.2
BD (g/cm ³)	1.20	0.11	1.60	1.00	0.68	0.79	9.10
FC (%)	26.6	6.64	43.0	11.0	0.15	-0.26	24.9
WP (%)	13.4	31.38	25.0	2.00	-0.08	-0.80	34.1
PAWC (%)	12.76	4.74	25.0	2.00	0.40	0.21	37.1
OM (%)	1.90	0.85	3.60	0.50	0.11	-1.28	44.7
CaCO ₃ (%)	10.6	4.83	29.0	3.00	1.03	1.56	45.5
pH	7.97	0.18	8.50	7.60	0.24	-0.38	2.20
EC (μS/cm)	1.60	10.8	2.32	0.27	-1.88	2.35	675.0
ASI (%)	3.90	13.64	13.07	0.50	0.77	-0.68	349.7
NPS	3.08	1.12	5.00	1.00	0.32	-1.02	36.3
Vertical transect							
Clay (%)	26.1	15.9	74.0	8.00	1.16	0.31	60.9
Sand (%)	48.2	16.9	83.0	12.0	-0.34	-0.64	35.0
Silt (%)	25.5	12.7	63.0	1.00	0.33	-0.03	49.8
BD (g/cm ³)	1.20	0.09	1.40	1.00	-0.15	-0.73	7.50
FC (%)	31.1	7.7	46.0	13.0	-0.18	-0.68	24.7
WP (%)	20.2	6.2	32.0	3.00	-0.44	-0.11	30.6
PAWC (%)	8.90	22.09	7.00	2.00	1.09	1.80	248.2
OM (%)	1.90	0.9	4.70	0.50	0.41	-0.66	47.03
CaCO ₃ (%)	9.90	5.5	24.0	2.00	0.66	-0.51	55.5
pH	7.90	0.10	8.60	7.50	0.29	1.10	1.26
EC (μS/cm)	1.90	0.40	2.80	0.20	-2.16	3.90	21.0
ASI (%)	3.90	3.90	14.9	0.50	1.08	-0.20	105.4
NPS	3.10	1.00	7.00	0.00	-0.05	0.50	32.2

SD: Standard deviation, CV: Coefficient of variation, NPS: Number of plant species, BD: Bulk density, FC: field capacity, WP: Wilting point, PAWC: Plant available water content, Electrical conductivity, ASI: Aggregate stability index.

Table 4. Descriptive statistics of soil properties and number of plant species on southwest aspect.

Variables	Mean	SD	Max.	Min.	Skewness	Kurtosis	CV (%)
Horizontal transect							
Clay (%)	22.4	12.4	59.0	8.00	1.38	1.21	55.5
Sand (%)	49.7	14.3	78.0	8.00	-0.10	-0.35	28.9
Silt (%)	27.8	10.8	51.0	6.00	-0.05	-0.80	38.9
BD (g/cm ³)	1.20	0.09	1.50	1.00	0.04	-0.03	7.50
FC (%)	27.8	6.05	41.5	12.0	-0.09	-0.31	21.7
WP (%)	16.3	4.22	24.8	4.30	-0.56	-0.07	25.7
PAWC (%)	11.4	6.05	25.9	1.30	0.21	-0.89	52.7
OM (%)	1.79	0.90	3.80	0.30	0.33	-1.12	50.2
CaCO ₃ (%)	8.90	3.11	17.0	3.00	0.42	-0.34	34.6
pH	7.90	0.12	8.20	7.40	-0.65	2.31	1.51
EC (μS/cm)	2.09	0.24	3.39	1.07	1.35	13.75	11.4
ASI (%)	4.15	3.93	14.9	0.53	0.85	-0.54	94.6
NPS	3.51	0.85	6.00	2.00	0.56	0.15	24.2
Vertical transect							
Clay (%)	30.0	12.8	52.0	4.00	0.00	-1.01	42.8
Sand (%)	46.6	13.3	86.0	22.0	0.21	0.82	28.5
Silt (%)	23.3	6.7	31.0	5.00	0.55	0.45	28.7
BD (g/cm ³)	1.19	0.10	1.40	1.00	1.00	-0.47	8.40
FC (%)	24.9	3.3	32.0	16.0	0.16	0.44	13.2
WP (%)	15.7	3.46	21.0	7.00	0.70	-0.36	21.9
PAWC (%)	8.70	4.56	21.0	0.00	0.00	0.28	51.9
OM (%)	1.50	0.89	3.40	0.30	0.30	-1.23	58.9
CaCO ₃ (%)	8.50	3.04	15.0	3.00	3.00	-0.42	35.5
pH	7.80	0.18	8.20	7.20	0.70	3.04	2.28
EC (μS/cm)	1.90	0.45	3.53	1.03	1.00	3.09	23.0
ASI (%)	4.0	4.05	14.13	0.52	0.50	-0.49	101.2
NPS	2.3	0.94	4.00	0.00	0.00	0.54	39.8

SD: Standard deviation, CV: Coefficient of variation, NPS: Number of plant species, BD: Bulk density, FC: field capacity, WP: Wilting point, PAWC: Plant available water content, Electrical conductivity, ASI: Aggregate stability index.

3.2. Geostatistical Analysis of Spatial Variability of Soil Properties and Number of Plant Species

Table 5 depicts correlation distance values for correlograms for soil variables and cross-correlograms between soil variables and NPS. Autocorrelation (or simply correlation) distance obtained for correlograms and cross-correlograms are highly inconsistent between transects and slope aspects. The inconsistency was greater in horizontal transects compared to vertical ones on both of aspects. Clay and clay x NPS exhibited greatest inconsistency across the transects. Similarly to clay, soil pH and pH x NPS showed high inconsistency in correlation distance. In general, the correlation distance for both of correlograms and cross-

correlograms are greater in horizontal directions than vertical directions on both of the aspects. Also, the cross-correlation distances were greater than correlations distances for corresponding soil variables. For example, correlations distance for clay at horizontal transect on southwest aspect was 5.00 m, while its cross-correlation distance was 175.0 m. Many of the soil properties showed no spatial structure as their correlation distance of 0.00 evidenced. However, their cross-correlograms had a spatial structure (Table 5). On the other hand, many cross-correlograms showed no spatial structure, while their corresponding correlograms showed a spatial structure (Table 5).

Table 5. Values for correlation distance for soil variables and cross-correlations distance for soil variable x number of plant species at vertical and horizontal transects on northeast and southwest aspect.

Variable	Northeast aspect				Southwest aspect			
	Horizontal transect		Vertical transect		Horizontal transect		Vertical transect	
	$\rho(u)$	$\rho(u) \times \text{NPS} (h)$	$\rho(u)$	$\rho(u) \times \text{NPS} (h)$	$\rho(u)$	$\rho(u) \times \text{NPS} (h)$	$\rho(u)$	$\rho(u) \times \text{NPS} (h)$
Clay	5.00	175.0	60.0	20.0	0.00	275.0	10.0	0.00
Sand	175.0	175.0	10.0	10.0	0.00	275.0	5.00	20.0
Silt	173.0	175.0	0.00	10.0	250.0	250.0	5.00	0.00
BD	0.00	0.00	0.00	30.0	5.00	250.0	20.0	5.00
FC	0.00	175.0	0.0	30.0	10.0	0.00	0.00	0.00
WP	0.00	20.0	0.00	60.0	275.0	275.0	0.00	20.0
PAWC	175.0	20.0	5.0	50.0	20.0	0.00	0.00	0.00
OM	0.00	10.0	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
CaCO ₃	20.0	50.0	50.0	100.0	275.0	275.0	5.00	0.00
pH	0.00	175.0	0.00	50.0	5.00	275.0	0.00	5.00
EC	5.00	30.0	50.0	20.0	0.00	275.0	0.00	0.00
ASI	5.00	60.0	0.0	50.0	275	275.0	100.0	0.00
TSD	5.00	30.0	10.0	10.0	5.00	275.0	5.00	5.00
NPS	90.0	-	30.0	-	5.00	-	0.00	-

NPS: Number of plant species, BD: Bulk density; FC: Field capacity; WP: Wilting point, PAWC: Plant available water content; OM: Organic matter; EC: Electrical conductivity; ASI: Aggregate stability index, u: soil variable

4. Discussion

Our data evidenced a considerably complex spatial interaction among soil variables, topographic attributes and plant diversity in the study area. Data for some variables were spatially correlated along some transects, while no spatial correlation occurred on some other transects. For example, data for sand content spatially correlated over 175 m (Isaaks and Srivastava, 1989; Nielsen and Wendroth, 2003) on horizontal transect of northwest aspect, while data did not correlate at all on horizontal transect of southwest aspect. The data for soil variables were considerably inconsistent across the transects in their correlation distance. For example, data for PAWC spatially autocorrelated for 175.0 m on the horizontal transect on northwest aspect, for 5.5 m on vertical transect of northwest aspect, for 20 m on horizontal transect of southwest aspect, while no autocorrelation occurred for the same variable on vertical transect of southwest aspect.

Autocorrelation distances for cross-correlograms were generally greater than their corresponding correlograms (Table 5). In general, greater autocorrelation distances occurred for horizontal transects than vertical ones and this was attributed to greater variation in the soil properties resulted from local erosion and deposition processes in the study area (Schaeztl and Anderson, 2005). Data for many of the soil variables cross-correlated with NPS across 275 m, especially on the horizontal transect of southwest aspect, which may be attributed to that the spatial structure of cross-

correlation would be controlled principally by NSP rather than corresponding soil properties. Data for some soil variables (e.g. OM and FC) showed very limited autocorrelation and cross-correlation. Changing sampling scheme and increasing the sample size may be needed to detect spatial autocorrelation of those variables as suggested elsewhere (Nielsen and Wendroth, 2003).

Autocorrelation distance for the data of NPS highly differs among the transects (Table 5). No autocorrelation occurred for NPS on vertical transect on southwest aspect. Similarly to correlogram for NPS, the cross-correlograms exhibited no spatial autocorrelation on the vertical transect of southwest aspect, suggesting that spatial structure of NPS is important determinant of structure of cross-correlograms on this transect as well as on the others in the study area.

Soil texture plays a significant role in regulating vegetation pattern, including vegetation composition, functional group, and structure (Burke et al., 1990). Spatial structure of sand and silt content dominated the spatial structure of cross-correlogram on the vertical transect of northeast aspect as indicated by similarity in autocorrelation distances as compared to ones for corresponding cross-correlograms.

The autocorrelation function or correlogram is a principal diagnostic measure that help interpreting the spatial nature of on-site sample data (Isaaks and Srivastava, 1989; Nielsen and Wendroth, 2003). Correlogram can aid to determine if the measurements are spatially correlated or

independent of each other (Isaaks and Srivastava, 1989; Nielsen and Wendroth, 2003). Clearly, experimental studies are needed to test the relative importance of soils, plants and grazing pressure in regulating the spatial structure of semi-arid grasslands, particularly where livestock grazing pressure is intense. Understanding spatial relations between soil and vegetation structure can help sustainable management of grasslands. Information which is related to relationships between soil fertility and pasture-grass nutrient is a fundamental for regional sustainable development and planning. An important problem in the analysis of spatial pattern in ecological systems requires spatially intensive data.

5. Conclusions

Our data evidenced a complicated spatial interaction between soil and plant diversity in the study area. Some data spatially correlated over a distance 275.0 m, while others showed no spatial correlation. A considerable difference occurred between soil correlograms and their corresponding cross-correlograms with NPS across transects regarding to their autocorrelation distances. Spatial autocorrelation could not be detected for some correlograms and cross-correlograms, a greater sample size and/or a different sampling scheme or both would be needed to evaluate their spatial structure. Quality and extent of information gained on spatial variability of soil and NSP and spatial relationship between soil and NPS as affected by topography were far greater than those gained by classical statistics. Further research is needed to ensure spatial structure of soil properties, which exhibited no autocorrelation and to ensure if the measurements are temporarily stable or they change over time.

Acknowledgement

Data used in this paper come from Master thesis of Ülkü YILMAZ. Data on the soil physical properties were published in full text of the Proceedings of 5th International Balkan Agriculture Congress, held between 12-15 September 2017 in Kırklareli.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Blake, G.R., Hardge, K.H., 1986. Bulk density, in: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, pp. 363–375.
- Burke, I.C., Schimel, D.S., Yonker, C.M., Parton, W.J., Joyce, L.A., Lauenroth, W.K., 1990. Regional modeling of grassland biogeochemistry using GIS. *Landsc. Ecol.*, 4, 45-54. <https://doi.org/10.1007/BF02573950>.
- Cassel, D., Nielsen, D., 1986. Field capacity and available water capacity, in: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, pp. 901–926.
- Cheng, J., Jing, G., Wei, L., Jing, Z., 2016. Long-term grazing exclusion effects on vegetation characteristics, soil properties and bacterial communities in the semi-arid grasslands of China. *Ecol. Eng.* 97, 170-178. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.09.003>.
- Dingaan, M.N.V., Tsubo, M., Walker, S., Newby, T., 2017. Soil chemical properties and plant species diversity along a rainfall gradient in semi-arid grassland of South Africa. *Plant Ecol. Evol.* 150, 35-44. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2017.1260>.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis, in: A.Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, pp. 383–411.
- Güsewell, S., Koerselman, W., 2002. Variation in nitrogen and phosphorus concentrations of wetland plants. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 5, 37-61. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-0000022>.
- Halvorson, J.J., Bolton Jr, H., Smith, J.L., Rossi, R.E., 1994. Geostatistical analysis of resource islands under *Artemisia tridentata* in the shrub-steppe. *Gt. Basin Nat.* 54, 10–25.
- Han, S., Hummel, J.W., Goering, C.E., Cahn, M.D., 1994. Cell size selection for site-specific crop management. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 37, 19-26. <https://doi.org/10.13031/2013.28048>.
- Isaaks, H., Srivastava, E., 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, N.Y.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution, in: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical ve Mineralogical Methods*. Agronomy, ASA, SSSA, Madison, WI., pp. 425–442.
- Kendig, A.E., Borer, E.T., Mitchell, C.E., Power, A.G., Seabloom, E.W., 2017. Characteristics and drivers of plant virus community spatial patterns in US west coast grasslands. *Oikos* 126, 1281–1290. <https://doi.org/10.1111/oik.04178>.
- Klaus, V.H., Hölzel, N., Boch, S., Müller, J., Socher, S.A., Prati, D., Fischer, M., Kleinebecker, T., 2013. Direct and indirect associations between plant species richness and productivity in grasslands:

- Regional differences preclude simple generalization of productivity-biodiversity relationships. *Preslia* 85, 97-112.
- Lin, Y., Hong, M., Han, G., Zhao, M., Bai, Y., Chang, S.X., 2010. Grazing intensity affected spatial patterns of vegetation and soil fertility in a desert steppe. *Agric. Ecosyst. Environ.* 138, 282-292. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.05.013>.
- Mulla, D.J., McBratney, A.B., 2002. Soil spatial variability, in: Warrick, A.W. (Ed.), *Soil Physics Companion*. Boca Raton, pp. 343–373.
- Nielsen, D.R., Wendroth, O., 2003. *Spatial and temporal statistics: sampling field soils and their vegetation*. Catena Verlag, Germany.
- Rossi, R.E., Mulla, D.J., Journel, A.G., Franz, E.H., 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecol. Monogr.* 62, 277-314. <https://doi.org/10.2307/2937096>.
- Schaetzl, R., Anderson, S., 2005. *Soils: Genesis and Geomorphology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Stein, A., Brouwer, J., Bouma, J., 1997. Methods for Comparing spatial variability patterns of millet yield and soil data. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, 861-870. <https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100030021x>.
- Van der Putten, W.H., Bardgett, R.D., Bever, J.D., Bezemer, T.M., Casper, B.B., Fukami, T., Kardol, P., Klironomos, J.N., Kulmatiski, A., Schweitzer, J.A., Suding, K.N., Van de Voorde, T.F.J., Wardle, D.A., 2013. Plant-soil feedbacks: The past, the present and future challenges. *J. Ecol.* 101, 265–276. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12054>.
- Webster, R., 2001. Statistics to support soil research and their presentation. *Eur. J. Soil Sci.* 52, 330–340. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2001.00383.x>.
- Wei, J.-B., Xiao, D.-N., Zeng, H., Fu, Y.-K., 2008. Spatial variability of soil properties in relation to land use and topography in a typical small watershed of the black soil region, northeastern China. *Environ. Geol.* 53, 1663–1672. <https://doi.org/10.1007/s00254-007-0773-z>.
- Wellstein, C., Otte, A., Waldhardt, R., 2007. Impact of site and management on the diversity of central European mesic grassland. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 122, 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.033>.
- Xue, W., Bezemer, T.M., Berendse, F., 2019. Soil heterogeneity and plant species diversity in experimental grassland communities: contrasting effects of soil nutrients and pH at different spatial scales. *Plant Soil.*, 442, 497-509. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04208-5>.
- Zhao, K., Liu, X., Xu, J., Selim, H.M., 2010. Heavy metal contaminations in a soil-rice system: Identification of spatial dependence in relation to soil properties of paddy fields. *J. Hazard. Mater.*, 181, 778-787. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.05.081>.

Ecological Balance and Human Health in Forested Areas^x

S. Ayanoglu^{*1}, M. Dölarslan², E. Gül³

¹Çankırı Karatekin University, Yapraklı Technical and Business Collage, Çankırı, Turkey

²Çankırı Karatekin University, Science Faculty, Biology Department, Çankırı, Turkey

³Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Forest Engineering Department, Çankırı, Turkey


* İletişimden sorumlu yazar (secilayanoglu@karatekin.edu.tr)


ARTICLE INFO

Received: May 12th, 2020

Accepted: September 14th, 2020

*Corresponding author:

 secilayanoglu@karatekin.edu.tr

 0000-0002-5896-6786

^xThis research was presented as a oral presentation II. International Congress on Occupational Safety and Security, 08-09 November 2017, Kocaeli/Turkey

ABSTRACT

This study aims to determine the effects of environmental degradation on human health. We reviewed the related literature from environmental and medical science. The most important factors which degrade ecological balance in forested areas are forest fires, excessive and irregular grazing of the animals, obtaining materials for fuel, buildings and paper production and using the land in an unsustainable manner. Decrease of biodiversity by deforestation is a major problem in terms of human communities based on plant and animal species, the vast majority of which are living resources. As a result, CO₂ is elevated, threatening human health. Along with these, lung disease increase due to air pollution, and allergic diseases are seen with climate changes. With erosion caused the loss of soil, decrease in the

nutrients in the soil and in turn the damage which takes place in flora, infertile areas created with the increase in the tendency of desertification will cause natural disasters, decrease in natural plant-animal species, decrease in forest areas, hindering of husbandry, the dams being exposed to the threat of getting filled by alluvial deposits and being destroyed and all these create negative impacts on human health. In order to avoid all health problems arising from the consequences of deforestation, the factors that degrade ecological balance in forest areas should be considered holistically. The necessary actions should be taken by fulfilling the responsibilities related to the institutions and organizations belonging to the state, especially the related ministries.

Key Words: Biodiversity, deforestation, environment, erosion, health.

Review Article

Orman Alanlarında Ekolojik Denge ve İnsan Sağlığı

ÖZ

Bu çalışmada orman alanlarındaki ekolojik dengenin bozulmasının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çevre ve sağlık bilimleri alanlarında ilgili literatür taraması yapılmıştır. Orman alanlarında ekolojik dengeyi bozan en önemli etmenler arasında; orman yangınları, aşırı hayvan otlatma, yakıt, yapı, kâğıt malzemesi elde etmek, kentsel alanlarının genişletilmesi, tarım alanı ve mera açılması için ağaç kesilmesi (yanlış arazi kullanılması) sonucunda ormansızlaşma ve ormansızlaşmaya bağlı olarak erozyon öne çıkmaktadır. Ormansızlaşma ile biyoçeşitlilik üzerindeki tahribatlar yaşam kaynaklarının büyük çoğunluğu bitki ve hayvan türlerine dayalı insan toplulukları açısından büyük sorunlar oluşturur. Bu durum sonucunda atmosfere fazla miktarlarda salınan CO₂ insan sağlığını tehdit etmektedir. Bunlarla beraber hava kirliliğinden dolayı akciğer rahatsızlıkları artmakta, iklim değişiklikleriyle beraber alerjik hastalıklar da görülmektedir. Erozyon ile toprak kaybı, toprak besin maddelerindeki azalma ve buna bağlı olarak bitki örtüsündeki tahribat, alandaki çölleşme eğiliminin artması ile oluşan verimsiz alanlar, doğal afetlere (toprak kayması, çığ, vb.), doğal bitki-hayvan türlerinin azalmasına, orman alanlarının azalmasına, hayvancılığın yapılamaz hale gelmesine, barajların alüvyonlarla dolup yok olma tehlikesi ile karşı karşıya gelmesine neden olarak insan sağlığında olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Ormansızlaşma neticesinde ortaya çıkan tüm sağlık sorunlarının önüne geçebilmek için orman alanlarında ekolojik dengeyi bozan tüm etmenler birlikte değerlendirilerek başta ilgili bakanlık olmak üzere devlete ait kurum-kuruluşlar ve toplumun üzerine düşen sorumlulukları yerine getirerek gerekli çalışmaları yapmalıdır.

Citation:

Anahtar Kelimeler: Biyoçeşitlilik, çevre, erozyon, sağlık, ormansızlaşma.

Citation:

Ayanoglu, S., Dölarslan, M., Gül, E., 2020. Ecological Balance and Human Health in Forested Areas. Anatolian Journal of Forest Research 6(1): 9-13.

1. Introduction

Ecology is the science which deals with the relationship between organisms and the environment (Sevgi, 2015). The environment is defined as the habitat, which surrounds the organisms (Görcelioğlu, 1995). In this regard, all factors which provide the necessary conditions for organisms to exist and continue their lives in the environment are defined as ecological balance. Ecological balance changes in accordance with the energy movement or cycle of certain elements/substances (carbon, oxygen nitrogen, sulfur, phosphor, and water) between earth, air and, water. The abnormal changes in the energy movement of these elements/substances affect all organisms, including humans. On the other hand, its continuity without breaking down is an indication of a healthy ecosystem. Therefore, forest areas which are parts of the ecosystem are regarded as an aspect of ecological balance and they are significant in terms of human health as well as other organisms' health.

Forest areas have a rich bio-diversity treasure with the different plant and animal communities they contain. Therefore, they are being protected by national and international laws (Can, 2013). In addition, forest areas which are a source of natural carbon and oxygen provide firewood and timber, medicine, food and shelter besides they protect soil, water, prevent soil erosion and preserve human health. However, forest areas are negatively affected in directly or indirectly through the interventions of humans and deteriorate in certain ways. As a consequence, environmental problems are experienced on earth due to these deteriorations and certain changes take place in the ecological balance as well. The most important factors, which degrade ecological balance in forest areas are forest fires, excessive and timeless grazing of the animals, gathering materials for fuel, buildings and paper production and using the land in an unsustainable manner (expansion of urban areas, cutting trees to open agricultural areas and pastures).

It is quite apparent that all these negative factors are caused by humans and that the environment is reacting against these factors. %99 of the forest fires, which take place as a result of the activities we unconsciously carry out (stubble burning, burning fires in forest areas for reactive purposes) are known to be caused by anthropogenic reasons (Ayanoğlu et al., 2017). In general, it is regarded that we damage trees in forest fires, however flora, fauna, air, soil, and water sources get damaged as well and the result is the devastation of forest areas, which in turn results in deforestation (Ayanoğlu et al., 2017). The clearings of forest areas, which emerge as a result of

this are gradually covered with primary flora and can transform into areas like pastures. Although this is initially seen as a positive change, the locals can insensibly use them for excessive and irregular grazing for their animals. This in turn causes soil compaction and soil infertility. As a consequence, the diversity in plant species decreases, the plants lose resistance against extreme situations such as droughts and cold, and deforestation takes place (Gökbülak, 1997).

In Turkey, there are forest villages in the immediate vicinity of forests. The livelihood of the locals who live in these areas depends completely on the forests. As a result of the locals who continue their vital activities in these areas obtaining materials for fuel, buildings and paper and their wrong land-use practices (cutting trees to have agricultural areas and pastures), greenhouse gases increase, air pollution accelerates, biological variety decreases, the physical, biological and chemical structure of the areas get deteriorated, soil fertility decreases, soil compaction takes place and erosion increases and excessive pesticides are used in agricultural areas. All of these negative disturb the ecological balance and cause deforestation (Gülersoy, 2014; ÇOB, 2005).

The American Indian proverb "One day, you are going to see that the eagles in the sky, the forests which cover the mountains have disappeared, the horses are tamed and the scent of mankind has covered everywhere. That day will be the end of life for humanity and the beginning of the attempt to sustain their existence," implies what we live as a consequence of our careless actions or what we are going to live in the future. Do you think that we have begun to spend the effort to continue our existence?

This study, which deals with the effects of the events which take place in forest areas due to the factors which disturb ecological balance on human health, has mostly been prepared by reviewing the literature and is based on the naturalists' observations of lands and the medical data of scientists who deal with environmental health and work-human health. The study firstly attempts at determining and discussing the factors which disturb ecological balance in forests. The numeric data related to deforestation which takes place as a result of these determining factors have been obtained from FAO's publications and other academic publications. It has been attempted to display the effects of deforestation and the reasons, which emerge as a result of deforestation on human health.

According to the Food and Agriculture Organization (FAO), deforestation is defined as using forests as lands for other purposes,

transforming forests into lands related to agriculture, pastures, catchment areas, rural areas, or the canopy cover of forests falling under 10%. In addition to this, it is also accepted as deforestation when the canopy cover decrease under 10% for a long period of time due to natural causes (fires, changing ecological conditions, environmental changes, etc.). However, deforestation does not cover areas, in which trees are removed as a result of harvesting and logging and forests which are to be regenerated through natural and civil-cultural interventions (Yegül, 2010; FAO, 2010)

According to Global Forest Resources Assessment (FRA) 2015 report, the forest areas of the world during 1990 - 2015 decreased in the rate of 3.1% (129 million hectares) from 4.1 billion hectares to less than 4 billion hectares for various reasons. On the other hand, the global forest loss which was an annual average of 7.2 million hectares during 1990-2000 has regressed to 3.3 million hectares during 2010-2015 and has slowed down over 50% (FAO, 2016) (Table 1).

Table 1. Forest presence in the world 1990-2015 (FAO, 2016).

Year	Forest (x1000 ha)	Annual net change		
		Period	Area (x1000 ha)	Rate ^a (%)
1990	4 128 269			
2000	4 055 602	1990-2000	-7 267	-0.18
2005	4 032 743	2000-2005	-4 572	-0.11
2010	4 015 673	2005-2010	-3 414	-0.08
2015	3 333 134	2010-2015	-3 308	-0.08

^a Calculated as the total annual growth rate.

However, although this deceleration became stable mostly in Europe and Oceania, deforestation has remained at the same level in developing countries and regions in South America, Africa, Asia, North and Central America and is causing the loss of forests (FAO, 2016). The shrinking of tropical forest areas in these lands, loss of biodiversity, and increase in the greenhouse effect is a source of concern for these countries (Chakravarty et al., 2012). Although Turkey is among the developing countries, the existence of forest areas has been determined as 20.2 million hectares during 1963-1972; 21.2 million hectares by the end of 2004; 21.7 million hectares during 2005-2012 and 22.3 hectares during 2013-2015. According to these numbers, it has been seen that 2.1 million hectares increase has taken place in the last 42 years. It is stated that this is the result of the great volume of forestation activities and the contribution of the success of these activities (OGM, 2015). However, although it is stated that the existence of forest areas has increased, the extremely fast and increasing activities carried out by people (forest fires, excessive and irregular animal grazing, obtaining materials for

fuel, buildings and paper, expansion of rural areas, cutting trees to have agricultural areas and pastures [wrong use of lands] and not registering these activities in fact shows how effective deforestation is. The field surveys which are carried out on the scientific activities regionally and locally prove that these damages are at a level, which cannot be overlooked.

2. Deforestation and human health

In the world as well as in Turkey, Deforestation and damages are given in terms of biodiversity, in particular those observed in plant species richness and diversity have caused serious problems for human communities whose livelihood greatly relies on plant and animal species. This causes respiratory tract diseases and other diseases, infectious diseases and mental illnesses in terms of human health. Deforestation and especially the increase in greenhouse gases and air pollution, which results from this, cause respiratory tract diseases in people. Öztürk (2013) states that air pollution causes 1.15 million deaths in the world and could be responsible for 2% of all deaths. World Health Organization states that in particular, the risk of

developing asthma, chronic bronchitis, respiratory tract infections, and lung cancer, etc. has significantly increased due to people's being subject to air pollution for extended periods of time (Öztürk, 2013; Arbex et al., 2012). The increase in air pollution affects the prevalence of asthma and allergic diseases (the rate of all subjects who have a certain disease). With the changes in the climate, the density of pollens and spores (aeroallergens) which are frequently found in our environment, cause allergic diseases, their diversity and structure display a change. This density in pollens and spores increase simultaneously with the level of temperature and carbon dioxide and causes an increase in particular in cases related to asthma and allergic rhinitis (Öztürk, 2013). At the same time, the damages are given to forest areas, transforming them into agricultural areas and using excessive amounts of nitrogenous manure to grow crops cause serious health problems in humans and animals who feed on these crops (URL-1; Ardiç, 2013).

Ardiç (2013) states that people who feed on these crops experience problems such as anoxia, hemodynamic disorders due to extremely low blood pressure and diseases that have a carcinogenic effect and problems related to the shaping of nitrosamines in newborns (3-6 months) since the enzyme system does not develop.

As a result of the climate changes caused by deforestation, especially global warming which develops in relation to temperature increase and the cycle between the balance of forests, both infectious diseases and vector related diseases (parasitic insects such as lice, fleas, ticks and flies) come into the picture. In general, with the rise in temperature, vector related diseases such as malaria, yellow fever, dengue fever, chagas (American sleeping sickness), encephalitis (brain infection) and diseases not caused by vectors such as dysentery, typhoid, paratyphoid, cholera and giardiasis have been observed to increase. It is a non-negligible reality that this is the result of the ecological damage given by humans to nature (Tekbaş et al., 2005; THSK, 2015).

On the other hand, one of the important functions of forests is that they are recreational areas. It is known that these areas have positive psychological effects on humans and protect them from stress, depression and psychosomatic diseases. Both the recreational areas found in urban living areas and the scantiness of forest areas result in an increase in psychological diseases in terms of human health and the

creation of an unhealthy society with each passing day. Therefore, deforestation should be dealt with not only as the destruction of forests or damaging them, but as an important component of ecological balance as well. Otherwise, erosion caused as a result of deforestation; loss of soil, decrease in the nutrients in the soil and in turn the damage which takes place in flora, infertile areas created with the increase in the tendency of desertification will cause natural disasters (landslides, floods, avalanches, etc.), decrease in natural plant-animal species, decrease in forest areas, hindering of husbandry, the dams being exposed to the threat of getting filled by alluvial deposits and being destroyed and all these create negative effects on human health. In particular the direct (drowning, getting injured and dying due to floods) and indirect effects of flood disasters (infections caused by water [*Enterogenic E. coli*, *Shigella*, *Hepatitis A*, *Leptospirosis*, *giardiasis*, *dermatitis*, *conjunctivitis*] on living organisms, the acute and chronic effects of being subject to the chemical contaminants, which are released in flood water, lack of food, etc., emotional trauma, stress, depression, isolation from the society, behavioral changes and cardiovascular diseases) are the most frequently experienced cases (Yaşar Korkanç, et al., 2006).

3. Conclusion and Suggestions

Forests are very important for the health of human and plant-animal communities. Because fresh air without trees, healthy food without soil is not possible. Obviously, we cannot ignore the benefits that forests offer us. For this reason, the forest-human relationship is an inevitable reality of our life. In order to prevent all health problems arising from the consequences of deforestation, all factors that disturb the ecological balance in forest areas should be evaluated holistically. It should carry out the necessary activities by fulfilling the responsibilities related to the institutions and organizations belonging to the state, especially the related ministries. Particularly, it should be given conscious and educative works by emphasizing that damages in forest areas are mostly due to human-induced actions. It is thought that deforestation can be avoided if care is taken to ensure a sustainable use of forest resources.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Arbex, M.A., Santos, U.P., Martins, L.C., Saldiva, P.H.N., Pereira, L.A.A., Braga, A.L.F., 2012. Air pollution and respiratory system. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*; 38(5): 643-655.
- Ardıç, C., 2013. İçme suyundaki nitrat konsantrasyonunun insan sağlığı üzerine oluşturduğu risklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, s.120, Ankara.
- Ayanoğlu, S., Dölarıslan M., Gül, E., 2017. Sadece bir yangın mı? Ekolojik ve sosyo-ekonomik açıdan orman yangınları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10 (2): 32-35.
- Can, T. (ed). 2013. Ormanın Kitabı. WWF-Türkiye, İstanbul. ISBN: 978-605-86596-1-2, 168.
- Chakravarty, S., Ghosh, S. K., Suresh C. P., Dey A.N., Shukla G., 2012. Deforestation: causes, effects and control strategies. *Agricultural and Biological Sciences, Global Perspectives on Sustainable Forest Management*, ISBN 978-953-51-0569-5, Doi: 10.5772/33342, 1-28.
- ÇOB, 2005. Çölleşme ile Mücadele Ulusal Eylem Programı. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları No:250. ISBN: 975-7347-51-5,110.
- FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment 2010. <http://www.fao.org/docrep/014/am665e/am665e00.pdf>. (accessed 08.06.2017).
- FAO, 2016. Global Forest Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing?. <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf> (accessed 08.06.2017).
- Gökbülak, F., 1997. Otlatmanın otlak ekosistemi için önemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B Cilt 47 Sayı 1-2-3-4 ISSN: 0535-8418, 57-61.
- Görcelioğlu, E., 1995. Ekosistem, kent ve insan. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B Cilt 45 Sayı 3-4,5-14.
- Gülersoy A. E., 2014. Yanlış arazi kullanımı. *Elektronik Sosyal Bilgiler Eğitimi Dergisi* 1/2, 49-128.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varli%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf> (accessed 06.06.2017).
- Öztürk, A. B., 2013. Çevresel değişikliklerin akciğer sağlığı üzerine etkileri. *Toraks Bülteni*, Aralık 2013, ISSN 2146 – 3069, 73-74.
- Sevgi, O., 2015. Ecology teriminin türkçe karşılıkları üzerine bir değerlendirme. *Avrasya Terim Dergisi*, 3 (1): 27-46.
- Şen, E., Güneri, S.E., Yanıkkörem, E., Hadımlı, A., Kavlak, O., Şirin, A., et, al., 2012. Determination of knowledge requirements and health practices of adolescent pregnant women. *International Journal of Caring Science*, 5(2):171-178.
- THSK, 2015. İklim değişikliğinin sağlık üzerine olumsuz etkilerinin azaltılması ulusal programı ve eylem programı. Ankara, Bakanlık Yayın No: 998. ISBN: 78-975-590-602-7, 117.
- Tekbaş Ö. F., Vaizoğlu S. A., Oğur R., Güler Ç., 2005. Küresel Isınma, İklim Değişikliği ve Sağlık Etkileri. Ankara, ISBN:1307-9649. http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/iklim_degisikligi_ve_saglik.pdf?sfvrsn=2. (accessed 15.06.2017).
- URL-1. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan çevre kirliliği. <http://cevreonline.com/tarimsal-faaliyetlerden-kaynaklanan-cevre-kirliligi/> (accessed 16.06.2017).
- Yaşar Korkanç, S., Korkanç M., 2006. Sel ve taşkınların insan hayatı üzerindeki etkileri, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (9) : 42-50.Yegül, S., 2010. Küresel düzeyde ormanlarla ilgili yapılmış tanımlamalar. www.yesilturkiye.org.tr/admin/files/all/Ormanlar_ile_temel_tanimlamalar.pdf (accessed 05.06.2017).



Kamusal Dış Mekânda Engelliler İçin Tasarım: Çankırı, Recep Tayyip Erdoğan Kent Parkı Örneği

N. Kuter^{1*}, M.N. Erciyez Çapraz²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 18200, Çankırı, Türkiye

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 18200, Çankırı, Türkiye

* İletişimden sorumlu yazar (nkuter@karatekin.edu.tr)


Araştırma Makalesi


MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 25 Mayıs 2020

Kabul Tarihi : 14 Eylül 2020

*Sorumlu Yazar:

 nkuter@karatekin.edu.tr

 0000-0002-2919-8650

ÖZ

Kamusal dış mekânlar olarak da tanımlanan kent parkları tasarlanırken, tüm bireylerin eşit haklara sahip olduğu düşüncesi esas alınmalı ve engelli bireylerin kent parklarının içinde yer alan tüm mekânlara kolaylıkla erişebilmesi sağlanmalıdır. Bu araştırmanın amacı, Çankırı kentinde bulunan Recep Tayyip Erdoğan Parkı'nın engelli bireyler için ulaşılabilirliğinin araştırılmasıdır. Araştırma kapsamında; park girişi, yaya ve araç yolları,

merdivenler ve rampalar, otoparklar, çocuk oyun alanları, spor kompleksleri ve fitness alanı, kafeterya/restoran, engelsiz yaşam merkezi, hizmet alanları, açık hava sineması ve çim amfi, kent mobilyaları (oturma birimleri, çöp kutuları, çeşmeler, aydınlatma elamanları) ve bitki materyali ulusal standartlar ve evrensel tasarım ilkeleri kapsamında irdelenmiştir. Özellikle standartların göz ardı edildiği mekânlarda ise kullanım sorunları saptanmış, peyzaj mimarlığı meslek disiplini kapsamında değerlendirilerek alana özgü öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Evrensel tasarım, peyzaj tasarımı, ergonomi, peyzaj erişilebilirliği.

Design for Disabilities in Public Outdoor Space: A Case of Recep Tayyip Erdoğan Urban Park in Çankırı

ABSTRACT

When designing urban parks, which are also defined as public outdoor spaces, the idea that all individuals have equal rights should be taken as a basis, and disabled individuals should be provided with easy access to all spaces within urban parks. The aim of this research is to investigate the accessibility of Recep Tayyip Erdogan Park in Çankırı city for disabled individuals. Within the scope of this research; park entrance, pedestrian and vehicle roads, stairs and ramps, car parks, children's playgrounds, sports complexes and fitness area, cafeteria/restaurant, barrier-free living center, service areas, open air cinema and grass amphitheatre, urban furniture (seating units, garbage cans, fountains, lighting elements) and plant materials were evaluated with respect to the national standards and the universal design principles. Especially in the places where the standards are ignored, usage problems were identified and field-specific suggestions were made by evaluating them within the scope of the landscape architecture professional discipline.

Keywords: Universal design, landscape design, ergonomics, landscape accessibility.

Bu makaleye atf:

Kuter, N., Erciyez Çapraz, M.N., 2020. Kamusal Dış Mekânda Engelliler İçin Tasarım: Çankırı, Recep Tayyip Erdoğan Kent Parkı Örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(1): 14-27.

1. Giriş

Belli bir amaca hizmet eden en kullanışlı ve uygun “yer” olarak tanımlanan mekân kavramı; kentsel ölçekte kentsel olayların gerçekleştiği, kentte yaşayan insanların algıladığı kent parçasıdır. Kentsel yapı içerisinde yapılanmış ve yapılanmamış olan bu mekânlar arazi kullanım biçimlerine göre “*kamusal mekân*” ve “*özel mekân*” olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar (Sirel ve Sirel, 2005). Kamusal dış mekânlar; tarih boyunca kent yaşamında birçok açıdan önemini korumuştur. Agora (Yunan) ve Forum (Roma) olarak da nitelendirilen bu mekânlar; törenlerin, kutlama ve gösterilerin yapıldığı, pazar yerlerinin kurulduğu mekânlar olup, sosyo-kültürel ilişkileri güçlendiren odak mekânlar haline gelmiş ve kent içerisinde imge yaratmışlardır. Kamusal dış mekânlardan biri olan kent parkları ise; kent ekolojisini olumlu yönde etkileyen, kent halkına rekreasyonel aktivite olanakları sunan, genellikle kent merkezlerinde konumlanan, kolay ulaşılabilen ve her yaş grubuna hitap eden tesis ve olanaklara yer verilen alanlar olup estetik ve ekonomik değerlere sahiptirler. Endüstri devrimi ile birlikte gelişen yoğun yapılaşma kentlerde yaşayan insanların kent parkı gibi kamusal mekânlara olan ihtiyacını arttırmıştır.

II. Dünya Savaşı ile tahrip edilen kentlerde yeniden yapılanma süreci başlamış, kentsel tasarım çalışmalarında erişilebilirlik, eşit kullanım ve engelsiz tasarım yaklaşımları benimsenmiştir. 1985 yılında Amerikalı Mimar Ronald L. Mace tarafından evrensel tasarım; “*ürünlerin ve çevrenin, her yaştan ve her yeterlilik seviyesinden mümkün olan en fazla insan tarafından kullanılabilir olacak şekilde tasarlanmasıdır*” şeklinde tanımlanmıştır (D’souza, 2004). Evrensel tasarım kavramı; herkes için ulaşılabilir ve eşit şartlarda kullanılabilir mekân, ürün ve donatımın tasarımı kapsamında ortaya çıkmış, bu tasarım yaklaşımı mimarlık, peyzaj mimarlığı ve kentsel tasarımı da kapsamıştır. Kentsel alanlardaki yaşam kalitesinin yükseltilmesi için; fiziksel çevrenin tasarımı ile ilgilenen diğer tasarım disiplinlerinin yanı sıra peyzaj mimarlığı meslek disiplininin de, kent mekânlarının herkes tarafından eşit ve engelsiz kullanımını sağlayacak şekilde, kullanışlı, okunaklı, erişilebilir tasarımlar geliştirmesi gerekmektedir. Evrensel tasarım kavramını çağrıştıran “*design for all*”-herkes için tasarım; “*barrier-free design*”-engelsiz tasarım; “*inclusive design*”-kapsayıcı tasarım; “*user needs design*”-kullanıcı odaklı tasarım; “*real life design*”-gerçek yaşam için tasarım; “*life span design*”-yaşam boyu süren tasarım; “*transgenerational design*”-kuşaklararası tasarım gibi değişik terimler

kullanılmaktadır (Ter ve ark., 2016; Tandoğan, 2017). Bunlardan farklı olarak son yıllarda “*erişilebilir tasarım*”, “*ulaşılabilir tasarım*”, “*peyzaj erişilebilirliği*” gibi terimler de ortaya çıkmıştır.

1970 yılında Dünya Sağlık Örgütü tarafından dünya nüfusunun yaklaşık % 10’unun engelli bireylerden oluştuğu, 2010 yılı dünya nüfus verilerinde ise bir tür engellilik ile yaşayan birey sayısının dünya nüfusunun yaklaşık %15’ini oluşturduğu bildirilmiştir. Bu artışın ana nedenleri; yaşlanan insanlar için engellilik riskinin yüksek olması ile engelliliğe bağlı kronik sağlık sorunlarının dünya çapında artmasıdır (WHO, 2011). Türkiye’de toplam nüfusun %12.29’unu engelli bireyler oluşturmaktadır (Anonim, 2011). Türkiye genelinde engelli bireylerin il bazında dağılımını tahmin eden son araştırma “*2011 Nüfus ve Konut Araştırması*”dır. Araştırma; Adrese Dayalı Nüfus Kayıt sistemi (ADNKS)’den elde edilemeyen verileri il düzeyinde sağlamak amacıyla 3 Ekim-31 Aralık 2011 tarihleri arasında, örnekleme yöntemiyle seçilmiş sayım bölgelerindeki yaklaşık 2,2 milyon haneyle ve tam sayım yöntemiyle kurumsal yerlerde bulunan tüm kişilerle yapılmıştır. 2011 yılında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından gerçekleştirilen Nüfus ve Konut Araştırması ile Türkiye genelinde hane halklarının yaklaşık %13’ünden bilgi derlenmiş, yaklaşık 9 milyon birey ile yüz yüze görüşme gerçekleştirilmiştir. Nüfus ve Konut Araştırması sonuçlarına göre; en az bir engelli olan (3 ve daha yukarı yaş) nüfusun oranı %6,9 (4.876.000 kişi)’dur. Erkeklerde %5,9 olan bu oran, kadınlarda %7,9 olarak saptanmıştır (Anonim, 2020). Çankırı Engelliler Derneği (ÇEN-DER) yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda ise; 2000 yılında birebir adreslerinde ziyaret edilerek yapılan araştırmada 5273 adet engelli bireye ulaşıldığı, 2014 yılında yapılan araştırmada 1840 kişi merkez ilçede olmak üzere il genelinde toplam 5811 adet engelli bireye (büyük çoğunluğu ortopedik olmak üzere görme, işitme ve zihinsel engelli) ulaşıldığı, derneğe kayıtlı kişilerin dikkate alınarak yapıldığı sayıma göre ise 2020 yılı için tahmini engelli birey sayısının toplam 6.300 kişi olduğu bilgisi edinilmiştir.

5378 sayılı Özürlüler ve Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkındaki Kanun’a göre; “doğuştan veya sonradan herhangi bir nedenle bedensel, zihinsel, ruhsal, duysal ve sosyal yeteneklerini çeşitli derecelerde kaybetmesi nedeniyle toplumsal yaşama uyum sağlama ve günlük gereksinimlerini karşılama güçlükleri olan ve korunma, bakım, rehabilitasyon, danışmanlık ve destek hizmetlerine ihtiyaç duyan kişiyi” (Resmi Gazete, 2005) ifade eden engellilerin eşit ve özgür yaşama hakkı başta 1982 Anayasası olmak üzere kanun, yönetmelik ve uluslararası

sözleşmelerle güvence altına alınmıştır (Anonim, 2011). Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından yayımlanan engellilere yönelik kural ve standartlar ile engellilerin kentsel kamusal dış mekânlarda tüm sosyal ve kültürel aktivitelere herhangi bir engelle karşılaşmadan katılmaları amaçlanmaktadır. Ancak, bugün kamusal dış mekânlarda engelli bireylerin özellik ve gereksinimlerinin dikkate alınmadığı tasarımların gerçekleştiği, engelleri nedeni ile hareket yeteneği kısıtlanmış bireylerin yaşadıkları

sorunların gün geçtikçe arttığı ve bu bireylerin toplumsal yaşamdan dışlandığı görülmektedir. Güvenlik önlemleri alınmayan alt yapı çalışmaları, yüksek kaldırımlar, bozuk yüzeyli yaya yolları, kaldırım ve rampalar, engelli bireylerin kullanımına uygun olmayan kentsel donatı elemanları, engelli bireylerin yararlanabileceği şekilde düzenlenmemiş spor alanları, görsel ve sesli bilgilendirmelerin yetersiz olması vb. gibi sorunlar günlük yaşamda çok fazla karşılaşılan engellerdir.

Çizelge 1. Evrensel tasarım ilkeleri (Aslaksen ve ark., 1997; Story, 1998; Story ve ark., 1998; Iwarsson ve Ståhl, 2003; Rodman, 2009; Story, 2011; Anonymous, 2013).

İLKELER	TANIMLAR
Eşitlikçi kullanım	Farklı yetkinlik düzeyleri olan bireyler için kullanılabilir ve pazarlanabilir tasarım:
	a) Tüm kullanıcılar için eşit kullanım şartları sağlar: mümkün olduğu kadar özdeştir. b) Herhangi bir kullanıcıyı ayırttırmaktan veya damgalamaktan kaçınır. c) Mahremiyet, güvenlik ve emniyet ile ilgili kurallar tüm kullanıcıları eşit olarak kapsar. d) Tasarımı tüm kullanıcılar için cazip hale getirir.
Kullanımda esneklik	Farklı bireysel tercihleri ve yetenekleri geniş bir yelpazede barındıran tasarım:
	a) Kullanım yöntemlerinde seçim sağlar. b) Sağ veya sol elle erişime ve kullanıma imkân sağlar. c) Kullanım doğruluğunu ve hassasiyetini kolaylaştırır. d) Kullanıcı hızına uyulanabilmeyi sağlar.
Basit ve sezgisel kullanım	Kullanıcının tecrübe, bilgi, dil becerisi ve anlık odaklanma düzeyi gözetilmeksizin kolay anlaşılabilir tasarım:
	a) Gereksiz karmaşıklığı ortadan kaldırır. b) Kullanıcının beklentileri ve sezgileri ile uyumlu olur. c) Geniş bir yelpazede okuma düzeyi ve dil becerisine uyum sağlar. d) Önemi ile uyumlu bilgileri düzenler. e) Ardışık eylemler için etkili teşvik sağlar. f) Kullanım sırasında ve sonrasında doğru zamanda geribildirim sağlar.
Algılanabilir bilgi	Kullanıcı için gerekli bilgiyi, ortam koşullarına ya da kullanıcının duyuşsal algılama becerisine bakılmaksızın etkili bir biçimde ileten tasarım:
	a) Temel bilgi sunmak için farklı iletişim biçimlerini (resimli, sözlü, dokunsal) kullanır. b) Temel bilgi ve çevresindekiler arasında yeterli zıtlık sağlar. c) Temel bilgilerin okunabilirliği en üst düzeyde olur. d) Öğeleri tanımlanabilecek şekillerde ayırt eder (ör: talimatları veya yönergeleri vermeyi kolaylaştırır) e) Duyusal kısıtlılıkları olan bireyler tarafından kullanılan çeşitli teknikler ve cihazlar ile uyumluluk sağlar.
Hata için tolerans	Kazara olan veya istenmeyen eylemlerin risklerini ve olumsuz sonuçlarını en aza indiren tasarım:
	a) Riskleri ve hataları en aza indirmek için öğeleri düzenler: en çok kullanılan öğeler, en çok ulaşılabilir, tehlikeli öğeler yok edilmiş, izole edilmiş veya korumalı. b) Riskler ve hatalar konusunda uyarılar sunar. c) Hatalara olanak tanımayan güvenli özellikler sağlar. d) Dikkat gerektiren işlerde bilinçsiz eylemlerden vazgeçirir.
Düşük fiziksel güç gereksinimi	Verimli, rahat ve minimum yorgunlukla kullanılabilir tasarım:
	a) Kullanıcıya doğal vücut konumunu koruma imkânı sunar. b) Kabul edilebilir derecede güç kullanır. c) Tekrarlayan hareketleri en aza indirir. d) Sürekli fiziksel güç kullanımını en aza indirir.
Yaklaşım ve kullanım için uygun boyut ve mekân	Kullanıcının vücut ölçüleri, duruş pozisyonu veya hareketliliğinden bağımsız olarak, yaklaşma, uzanabilme, elle kullanım ve genel kullanım için uygun boyut ve alan sağlayan tasarım:
	a) Oturan veya ayakta duran kullanıcılar için önemli öğelere açık bir görüş açısı sağlar. b) Oturan veya ayakta duran kullanıcıların tüm bileşenlere kolaylıkla ulaşabilmesini sağlar. c) Farklı el büyüklüğü ve el ile kavrama özelliğine uyum sağlar. d) Yardımcı gereçlerin (tekerlekli sandalye, yürüme gereçleri, vb.) kullanımı veya kişisel yardım için yeterli alan sağlar.

Bu nedenle; engelli bireylerin topluma katılmasını ve toplumla bütünleşmesini kolaylaştıracak peyzaj tasarım çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Evrensel tasarım

kavramının somutlaştırılması, yaygınlaştırılması ve farklı meslek disiplinleri tarafından daha rahat anlaşılıp uygulanabilmesi amacıyla Evrensel Tasarım Merkezi (The Center for Universal Design)

tarafından 7 ilke yayımlamıştır (Çizelge 1). Bu ilkeler; var olan tasarımların değerlendirilmesi, tasarım ürününe rehberlik etmesi ve daha fazla kullanılabilir ürün ve çevreler hakkında tasarımcı ve kullanıcıların eğitilmesi için kullanılmaktadır.

1997 yılında İmar Yasası'nda engelli bireyler ile ilgili düzenlemeler yapılmış, geçen zamanla birlikte yasaların bu hükümlerine uyulduğunu gösteren bir gelişme görülemez. Yasal düzenlemelerin uygulanmaması nedeniyle 2005 yılında, 7 yılda “resmi binaların, mevcut tüm yol, kaldırım, yaya geçidi, açık ve yeşil alanlar, spor alanları ve benzeri

sosyal ve kültürel altyapı alanlarıyla gerçek ve tüzel kişiler tarafından yapılmış ve umuma açık hizmet veren her türlü yapıların” engellilere uygun hale getirilmesini öngören 5378 sayılı Sayılı Özürlüler ve Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkındaki Yasa çıkarılmıştır (DEV, 2020). Engelli bireylerin kentsel kamusal dış mekânlarda topluma tam katılımlarının sağlanması için standartlar (Çizelge 2) dâhilinde erişilebilir peyzaj tasarım ve peyzaj uygulama çalışmalarının gerçekleştirilmesi büyük önem göstermektedir.

Çizelge 2. Engelliler için kentsel kamusal dış mekân tasarımında uygulanması gereken bazı standartlar (Anonim, 2011; Kuter ve Çakmak, 2017).

<p>Yaya kaldırımları</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ İdeali 200 cm olarak belirlenen kaldırım genişliği minimum 150 cm olmalıdır. ▪ Mülkiyet yanındaki emniyet şeridi minimum 25 cm, bordür taşı tarafında ise bordür taşı dâhil 50 cm olmalıdır. ▪ Eğim %2'den küçük olmalı ve yüzeysel sular drenaj ile engellenmelidir. ▪ Zemin kaplaması yürümeye elverişli (kaymayan, parlamayan vb. gibi) nitelikte olmalıdır. ▪ Kaldırımın kesilmemesi, sürekliliğinin sağlanması ve aynı seviyede devam etmesi gerekmektedir. ▪ Yüksekliği maksimum 15 cm, minimum 3 cm olmalıdır. ▪ Taşıt yolundaki yaya geçidine doğru yapılacak olan rampa eğimi %8, genişliği ise 90 cm olmalıdır. ▪ Ağaç, ağaççık vb. gibi engellemelerin çevresinde duyumsanabilir yüzey öğelerinden uyarıcı öğe kullanılmalıdır. ▪ Kentsel donatı elemanları, fark edilebilmeleri için kaldırım kotundan 10 cm yüksekliği yerleştirilmelidir. ▪ Dinlenme bankları, yol genişliği de dikkate alınarak yerleştirilmeli ve yaya dolaşımına engel olmamalıdır.
<p>Rampalar</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimum 90 cm genişlikte olmalıdır. ▪ Uzunluğu ve yüksekliği 10 m'den fazla olan ve kot farkı 50 cm'den yüksek olan rampalarda veya iki rampa arasında geçiş varsa, genişliği minimum 250 cm olan düz dinlenme alanlarına yer verilmelidir. ▪ Sahanlıkta yön değiştiren rampalarda minimum 150cmx150cm olan bir alan oluşturulmalıdır. ▪ Eğim %8'den fazla olmamalı, 10 m'den daha uzun rampalarda ise eğim maksimum %6 olmalıdır. ▪ Zemin kaplaması durağan, sert ve çok az pürüzlü olmalı (maksimum 2 cm) ve kaymayı önlemelidir. ▪ Kot farkı 20 cm'den fazla olan rampaların her iki tarafına küpeşte yapılmalı ve küpeşter rampa başlangıç ve bitiminde 45 cm daha devam etmelidir.
<p>Merdivenler</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riht yüksekliği maksimum 15 cm olmalı ve $2 \times \text{riht yüksekliği} + 1 \times \text{Basamak genişliği} = 63 \text{ cm}$ formülü kullanılmalıdır. ▪ Zemin kaplamaları kaymayı önleyecek şekilde pürüzlü olmalıdır. ▪ Riht ve basamak genişliği ayrı renkte olmalı, basamak başlangıcında 2,5 cm eninde koruyucu kaymaz şerit bulunmalıdır. ▪ 180 cm'den fazla yükseklik farkı var ise merdivenler arasında 200 cm genişliğinde sahanlık oluşturulmalıdır. ▪ Sahanlıkta yön değiştiren merdivenlerde minimum 180cm x180 cm'lik bir alan oluşturulmalıdır. ▪ Her iki yanında küpeşte yapılmalı, küpeşteden küpeşteye merdiven genişliği minimum 180 cm olmalıdır. ▪ Başlangıç ve bitiminde duyumsanabilir yüzeyler yapılmalı, bu yüzeyler minimum 60 cm genişliğinde olmalıdır. ▪ Gece kullanımı için aydınlatılmalıdır.

Çizelge 2. Devam

<p>Taşıt park yerleri</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toplam park yerinin %5'i kadar otopark alanı yapılmalı, ideali 390 cm olan bir araçlık park yeri minimum 360 cm genişliğinde olmalıdır. ▪ Özürlü yönlendirme levhası yerleştirilmeli, yere ise algılanabilir ve ışıklı özürlü park yeri işareti koyulmalıdır. ▪ Giriş ve çıkışlarda yol kotu ile aynı seviyede veya maksimum %8'i geçmeyen rampa yapılmalı, zemin kaplaması ise kaymayı önleyen ve giriş ve çıkışı belirleyen farklı malzemelerle kaplanmalıdır. ▪ Bordür taşı yüksekliği 3 cm olmalı ve kaldırım rampası yapılmalıdır. ▪ Yüksekliği 90 cm ile 120 cm arasında parkmetreler kullanılmalıdır.
<p>Açık ve yeşil alanlar (park girişi, ana yollar, yan yollar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Girişler duymuşanabilir ve ulaşılabilir olmalıdır. ▪ Etkinlik alanları ulaşılabilir olmalıdır. ▪ Açık ve yeşil alanlarda ve yollarda kullanılan zemin kaplamaları kaymayı önleyici nitelikte ve güvenilir olmalıdır. ▪ Ana yollarda aydınlık alan profili minimum 150 cm genişliğinde ve 230 cm yüksekliğinde, yan yollarda ise aydınlık alan profili minimum 90 cm genişliğinde ve 230 cm yüksekliğinde olmalıdır. ▪ Ana yol genişliği minimum 120 cm, maksimum 200 cm olmalıdır. ▪ Ana yol ve yan yolların boyuna eğimi maksimum %4, enine eğimi %2 olmalı, ▪ Ana yollarda maksimum 18 m ara ile sahanlık oluşturulmalıdır. ▪ Ana yolun boyuna eğimi %4 ile %6 aralığında yapıldığında, maksimum 10 m aralıkla dinlenme alanları/sahanlık yapılmalıdır. ▪ Ana yolda her 100 m'de bir bank konulmalıdır.
<p>Kent mobilyaları</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dolaşımı engellemeyecek şekilde yerleştirilmeli, keskin ve çıkıntılı kenarlar olmamalıdır. ▪ Minimum 220 cm yüksekliğinde yapılmalıdır. ▪ Dokunulur ve kontrast renkli işaretlerin yükseklikleri minimum 70 cm olmalıdır. ▪ Zemin kaplamalarında doku farklılaşması oluşturulmalı ve kentsel donatıların konumları tanımlanmalıdır. ▪ Kentsel donatı elemanlarının renkleri kolay algılanabilir olmalıdır. ▪ 100 m-200 m gibi düzenli aralıklarla bank konumlandırılmalı, tekerlekli sandalyeler için bankların yanında 120 cm'lik bir alan bırakılmalı, bank yüksekliği 45 cm, sırt yaslama yerinin yüksekliği ise 70 cm olmalıdır. ▪ Masa yükseklikleri 75 cm ile 90 cm arasında olmalı, masa altındaki minimum derinlik ise tüm yönlerden tekerlekli sandalyenin yaklaşabilmesi için 60 cm olmalıdır. ▪ En az bir adet telefon kabini engelli bireylere uygun olarak yapılmalıdır. ▪ Çöp kutuları yaya kaldırım kenarında bordür taşına minimum 40 cm uzaklıkta konumlandırılmalı ve yüksekliği minimum 90 cm, maksimum 120 cm olmalıdır. ▪ Posta kutularının yüksekliği 90 cm ve 120 cm olmalıdır. ▪ Çeşmelerin yüksekliği 85 cm olmalıdır.

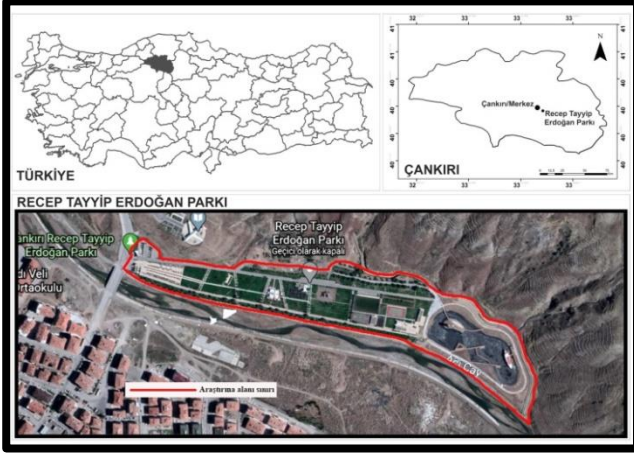
Bu araştırmanın amacı; Çankırı kentinde önemli bir konuma sahip olan Recep Tayyip Erdoğan Parkı örneğinde; park girişi, yaya ve araç yolları, merdivenler ve rampalar, otoparklar, çocuk oyun alanları, spor kompleksleri ve fitness alanı, kafeterya/restoran, engelsiz yaşam merkezi, hizmet alanları, açık hava sineması ve çim amfi, kent mobilyaları (oturma birimleri, çöp kutuları, çeşmeler, aydınlatma elamanları) ve bitki materyalinin ulusal standartlar göz önüne alınarak evrensel tasarım ilkeleri açısından tüm kullanıcılar için uygunluğunu sorgulamak ve çözüm önerileri geliştirmektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Orta Anadolu'nun kuzeyinde, Kızılırmak ile Batı Karadeniz ana havzaları arasında yer alan Çankırı (Çankırı Belediyesi, 2020a) ilinde bulunan Recep Tayyip Erdoğan Parkı (Şekil 1) araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Esentepe Caddesi'nin altında bulunan ve Acıçay'ın kenarında yer alan kent parkının toplam alanı 114.830 m² (Çankırı Belediyesi, 2020b)'dir. Çankırı kent kültürü ve kimliği açısından taşıdığı rol ve yakın çevresinde yaşayan insanların rekreasyonel gereksinimlerinin karşılandığı önemli bir kamusal dış mekân olma özelliğinin yanı sıra konumu itibarı ile kent

yaşamında etkin özelliğe sahip olması nedeni ile Recep Tayyip Erdoğan Parkı araştırma alanı olarak seçilmiştir. Araştırma kapsamında alan ile yakın çevresinin doğal ve kültürel değerleri ile çevre kaynaklarının değerlendirmesine yönelik her türlü yazılı ve görsel materyal değerlendirilmiştir. Alanın topografyası doğal bir vadi oluşumu şeklinde olup, yükselti farkı olmaksızın düz bir alan üzerine inşa edilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının konumu (Orijinal, 2020).

2.2. Yöntem

Araştırmanın gerçekleşmesinde üç aşamalı bir yöntem izlenmiştir. Birinci aşamada; araştırma alanının, parkta bulunan fiziksel çevre düzenlemeleri saptanmış, ikinci aşamada; engelliler için kentsel kamusal dış mekân tasarımına yönelik uygulanması gereken ulusal standartlar ve evrensel tasarım ilkeleri irdelenmiş, araştırma alanında gerçekleştirilen etüd-analiz çalışmaları, elde edilen bulgular doğrultusunda analiz edilmiş, son aşamada ise; park girişi, yaya ve araç yolları, merdivenler ve rampalar, otoparklar, çocuk oyun alanları, spor kompleksleri ve fitness alanı, kafeterya/restoran, engelsiz yaşam merkezi, hizmet alanları, açık hava sineması ve çim amfi, kent mobilyaları (oturma birimleri, çöp kutuları, çeşmeler, aydınlatma elamanları) ve bitki materyali ulusal standartlar ve evrensel tasarım ilkeleri kapsamında irdelenmiş, fotoğraflama ve ölçülendirme yapılarak öneriler getirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çankırı kenti için önemli bir rekreasyon alanı olan araştırma alanında; bir adet giriş, yaya ve araç yolları, merdivenler ve rampalar, otoparklar (168 araçlık), çocuk oyun alanları, bir adet futbol sahası, bir adet basketbol/voleybol sahası, bir adet tenis kortu ve iki adet fitness alanı, iki adet

kafeterya/restoran, bir adet engelsiz yaşam merkezi, hizmet alanları, bir adet açık hava sineması ve çim amfi, kent mobilyaları (oturma birimleri, çöp kutuları, çeşmeler, aydınlatma elamanları) ve bitki materyali yer almaktadır. Ayrıca, araştırma alanında bir adet gölet (12.055 m²) ve bu gölet alanının içerisinde gemi, deniz feneri ve yaya yolları bulunmaktadır.

- **Park Girişi:** Araştırma alanında yaya ve araçları ayıran bir adet ana giriş bulunmaktadır (Şekil 2). Girişte minimum 200 cm olması gereken genişlik yeterli olup, merdiven ve rampa bulunmamaktadır. Alana girişi sağlayan kapının yüksekliği 510 cm'dir. Yaya yolu girişinde ve alanın büyük bir bölümünde malzeme olarak mermer (100cmx50cm) kullanılmıştır. Girişte aynı zamanda dökme mozaik (45cmx75cm) kullanılmıştır. Alanın araç girişinde malzeme olarak kilitli parke taşı kullanılmıştır. Alanda tahrip olan malzeme dökme mozaik olup engelli bireylerin yanı sıra tüm kullanıcıların park içerisindeki dolaşımını kısıtlamakta ve kullanıcılar için tehlike yaratmaktadır.



Şekil 2. Park girişi (Orijinal, 2020).

- **Yaya ve Araç Yolları:** Alanda yer alan yaya yolları farklı genişliklerde tasarlanmıştır (Şekil 3). Minimum yol genişliği 120 cm, maksimum yol genişliği ise 520 cm'dir. Yaya yollarının genelinde 100 cmx50 cm ölçülerinde mermer malzeme, gölet alanının içerisinde yer alan yaya yollarının büyük çoğunluğunda ise ahşap malzeme kullanılmıştır. Alandaki yaya yollarının genişlikleri bazı yerlerde engelli bireylerin rahat hareket edebilmeleri açısından standart ölçülerde olurken, bazı yerlerde engelli bireyleri zorlayan ölçülerdedir. Zemin kaplamalarının büyük bir kısmı ise tahrip olmuş durumda olup tehlike yaratmaktadır. Görme engelli bireyler için yaya yollarında kentsel donatı elemanlarının (çöp kutusu, aydınlatma elamanı, bank vs) çevreleri duyumsanabilir yüzeylerle çevrenememiş ve

yollarda kılavuz çizgileri kullanılmamış, bu yüzden engelli bireylerin park içerisinde rahat erişimi engellenmiş, eşit kullanım şartı sağlanmamıştır. Parkın büyük bir kısmında yaya yolları üzerinde 200 m aralıklarla oturma elemanları yer almaktadır. Oturma elemanlarının ön kısmındaki genişlik bazı yerlerde tekerlekli

sandalye kullanan engelli bireylerin hareket alanı için yeterli olurken, bazı yerlerde ise yetersiz olup onlar için uygun boyut ve mekân oluşturulmamıştır. Spor kompleksinin çevresinde yer alan yaya yollarında ise renkli çim malzeme kullanılmıştır.



Şekil 3. Yaya yolları (Orijinal, 2020).

Araç yolu uygun genişlikte (600 cm) (Şekil 4) olup, genellikle otopark döşemeleri için uygun olan kilitli parke taşı ile kaplanmış olduğu için özellikle

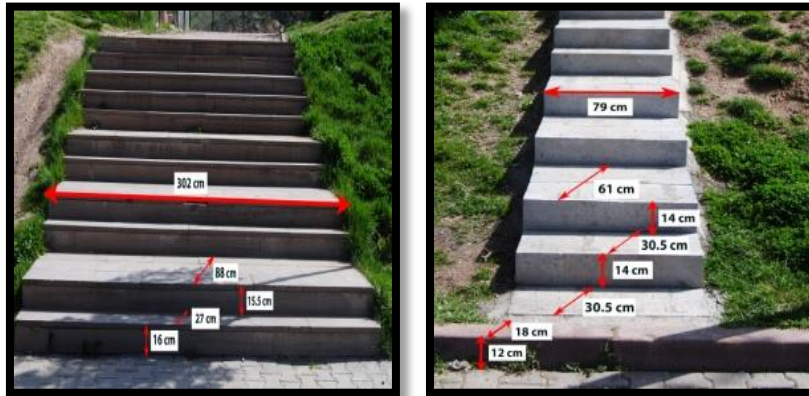
bazı kısımlarda çok fazla tahrip olmuş, bu nedenle tüm kullanıcılar açısından tehlike oluşturmaktadır.



Şekil 4. Araç yolu (Orijinal, 2020).

- **Merdivenler ve Rampalar:** Topoğrafik açıdan düz bir alana konumlandırılmış olan araştırma alanında rampa bulunmamakta, merdivenlerin hiçbiri rampa ile desteklenmemekte, tüm kullanıcılar için eşit kullanım şartı sağlanmamaktadır. Alanda bulunan merdivenler mangal alanı ile araç yolu arasındaki bağlantıyı sağlamakta ve bu merdivenlerin basamak genişliği ile riht yükseklikleri standartlara uygun olmayıp her basamakta değişkenlik

göstermektedir (Şekil 5). Standartlara göre merdiven basamak ucunda 2,5 cm eninde koruyucu kaymaz şerit bulunması gerekirken araştırma alanındaki hiçbir merdivende koruyucu kaymaz şerit ve küpeşte bulunmamakta, merdivenler aydınlatma ile desteklenmediği için gece kullanımına da olanak sağlamamakta ve bu mekân tüm kullanıcılar için tehlike yaratmaktadır.



Şekil 5. Mangal alanı bağlantı merdivenleri (basamak genişliği ve riht ölçüleri) (Orijinal, 2020).

- **Otoparklar:** Araştırma alanının içerisinde zemin döşemesi olarak kilitli parke taşının kullanıldığı 168 araçlık otopark alanı bulunmakta, ancak bu sayı parkın büyük bir alanda konumlanması ve kullanıcı potansiyelinin yoğun olması nedeniyle yeterli olmamaktadır. Yanı sıra engelli bireylerin kullanımı amacıyla tasarlanmış ayrı bir otopark alanı da bulunmamakta, Otopark Yönetmeliği'nin 4. maddesi gereğince; engelli bireyler için tüm tesisteki park yeri sayısının %5'i kadar otopark yeri ayrılması gerekliliği göz ardı edilmekte ve eşit kullanım koşulları sağlanmamaktadır.
- **Çocuk Oyun Alanları:** Araştırma alanında yer alan araç yoluna paralel olarak konumlandırılmış, zeminleri kum olan ve farklı yaş gruplarına hitap eden çocuk oyun alanları ile zemini kauçuk malzemeye kaplanmış 1 adet engelli çocuk oyun alanı yer almaktadır. Engelli çocuk oyun parkının zemin döşemesi tahrip olmuş durumda olup tehlike oluşturmaktadır. Çocuk oyun alanları yeni, modern ve işlevsel bir yapıdadır, ancak çevrelerinde ihtiyacı karşılayacak sayıda oturma birimi ve çöp kutusu bulunmamaktadır. Çocuk oyun alanlarının araç yolunun kenarında bulunması çocuklar için tehlike oluşturmaktadır.

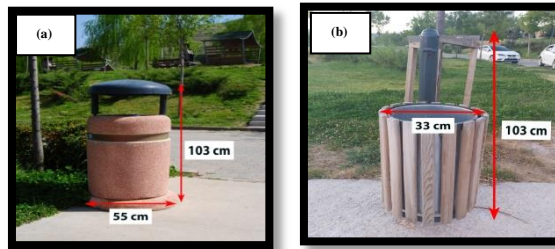
- **Spor Kompleksleri ve Fitness Alanı:** Spor kompleksinde bir adet tenis kordu, bir adet basketbol/voleybol sahası ve bir adet futbol sahası yer almaktadır. Tüm spor alanlarının ölçüleri standartlara uymaktadır. Spor kompleksinde bulunan sahalara erişim yürüyüş yollarından bağlanan tali yollarla sağlanmış, sahaların aydınlatma sistemleri ise gece kullanımına uygun şekilde tasarlanmıştır. Sahaların çevresinde oturma birimleri yer almaktadır. Park içerisinde; 1 adet spor komplekslerinin yer aldığı bölümde, 1 adet ise engelli çocuk oyun alanının içerisinde olmak üzere toplam 2 adet fitness alanı bulunmaktadır. Zeminleri kauçuk malzeme ile döşenmiş olan bu alanların çevresi çöp kutuları ve banklar ile desteklenmiş olup standartlara ve evrensel tasarım ilkelerine uygun özelliktedir.
- **Kafeterya/Restoran:** Araştırma alanında kafeterya ve restoran olarak kullanılan iki adet mekân bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi çocuk oyun alanı ve engelli çocuk oyun alanına yakın yapılmıştır. Diğeri ise spor kompleksinin yakınında konumlanmıştır. Bu alanlara herhangi bir merdiven ve rampa gerekmeden ulaşım sağlanmakta, ancak girişten uzakta konumlandırılmış olmaları engelli bireylerin ulaşımını güçleştirmektedir.
- **Engelsiz Yaşam Merkezi:** Engelli bireylerin topluma kazandırılması ve yaşam kalitelerinin artırılması amacı ile engelsiz yaşam merkezi kurulmuştur. Alanda tekerlekli sandalye ile binilebilecek iki salıncak, bir adet çiftli engelli salıncak grubu, iki adet tahterevalli ve engelsiz çocuk oyun grubu yer almakta olup eğlencenin yanı sıra engelli çocukların dikkat ve becerilerinin gelişimine de katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda engelli çocukların diğer çocuklarla aynı ortamda oynamalarına imkân sağlanmaktadır. Engelli yaşam merkezinde bir adet engelli lavabosu yer almaktadır. Bunların yanı sıra araştırma alanında bir adet engelli bireyler için engelli aracı şarj istasyonu mevcuttur.
- **Hizmet Alanları:** Park içerisinde erişimleri kolay bir adet wc, bir adet wc+mescit ile engelli bireylere özel ayrı bir wc bulunmaktadır. Engelli bireyler için yapılmış olan wc, tekerlekli sandalyeli engelli bireylerin rahat bir şekilde kullanımını mümkün kılmaktadır. Araştırma alanında girişe yakın bir yerde konumlandırılmış bir adet namazgâh yer almaktadır. Araştırma alanında uygun boyutlarda yapılmış ofis, sergi, depo vb. gibi farklı kullanımlara uygun kapalı mekânlar da bulunmaktadır.
- **Açık Hava Sineması ve Çim Amfi:** Araştırma alanında bir adet açık hava sineması ve bir adet çim amfi yer almaktadır. Açık hava sineması görme ve işitme engelli bireyler ve standartlar düşünülerek tasarlanmamıştır. Tekerlekli sandalye kullanan engelli bireyler ise alanı kolaylıkla kullanma imkânına sahiptirler. Gölet çevresinde bulunan yaya yolunun kenarında, az eğimli mekânda eğrisel çizgilerle ve üç basamaklı (basamak genişliği 100 cm, riht yüksekliği 45 cm) olarak tasarlanan çim amfi ise, basamak ölçüleri açısından standartlara uymakta, ancak özellikle tekerlekli sandalye kullanan engelli bireylere kolay kullanım olanağı sunmamaktadır.
- **Kent Mobilyaları:** Kente kimlik kazandıran, kent ile kent halkı arasında görsel/fiziksel ilişki kuran ve buldukları mekânların tanımlı hale gelmesine katkı sağlayan donatı elamanları kapsamında araştırma alanında yer alan; oturma birimleri, çöp kutuları ve çeşmeler ile aydınlatma elamanları incelenmiştir.
- **Oturma birimleri:** Araştırma alanındaki oturma birimlerinin sayısı yeterli olup homojen bir dağılım göstermektedir. Bankların zeminden yüksekliği genelde minimum 41 cm (Şekil 6a) ve maksimum 45 cm (Şekil 6b) olarak değişkenlik göstermektedir. 45 cm yüksekliği olan banklar standartlara uygundur. Bank kenarlarına tekerlekli sandalyenin yanaşabilmesi için gerekli olan 120 cm'lik mesafe bazı alanlarda yeterli olurken, spor sahalarının çevresindeki banklarda (Şekil 6c) yeterli değildir ve bu mekânı engelli bireyler (tekerlekli sandalye kullananlar) kullanamamaktadırlar. Banklar bazı yerlerde tahrip olmuş durumdadır (Şekil 6d, 6e, 6f). Fitness alanı içerisinde bulunan bank beton malzemedir yapılmıştır (Şekil 6e). Ana aks üzerinde bulunan bank ise ahşap malzemedir yapılmış ve ölçüleri standartlara uygun olup, aks üzerinde gezintiyi engellemeyecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 6d). Alanda ahşap malzeme ile yapılmış iki farklı tip kamelya kullanılmıştır (Şekil 6g, 6h). Gölet çevresinde ve içerisinde bulunan ahşap banklar (Şekil 6i,i) ise standartlara uygun olarak tasarlanmamıştır. Özellikle gölet içerisinde bulunan bank ergonomik değildir (Şekil 6i).

- **Çöp Kutuları:** Araştırma alanında yeterli sayıda, standartlara uygun ve 103 cm yüksekliğe sahip beton (Şekil 7a) ve ahşap (Şekil 7b) malzeme ile yapılmış çöp kutuları bulunmakta ve yürüyüş

yollarının kenarında konumlanmaktadır. Zemine sabit bir şekilde yerleştirilmiş olan bu donatılar, kullanıcı hareketini engellemektedirler.



Şekil 6. Oturma birimleri [yüksekliği 41 cm olan bank (a), yüksekliği 45 cm olan bank (b), spor sahalarının çevresinde bulunan bank (c), tahrip olmuş durumda olan banklar (d, e, f), kamelyalar (g, h), gölet çevresinde bulunan bank (i) ve gölet içerisinde bulunan bank (i)] (Orijinal, 2020).



Şekil 7. Beton çöp kutusu (a) ve ahşap çöp kutusu (b) (Orijinal, 2020).

- **Çeşmeler:** Mangal alanın bulunduğu bölümde aynı tipte ve yüksekliği 198 cm olan 3 adet çeşme bulunmaktadır (Şekil 8). Çeşmenin musluk yüksekliği 100 cm olduğu için standartlara uygun değildir ve kullanımı zorlaştırmaktadır.

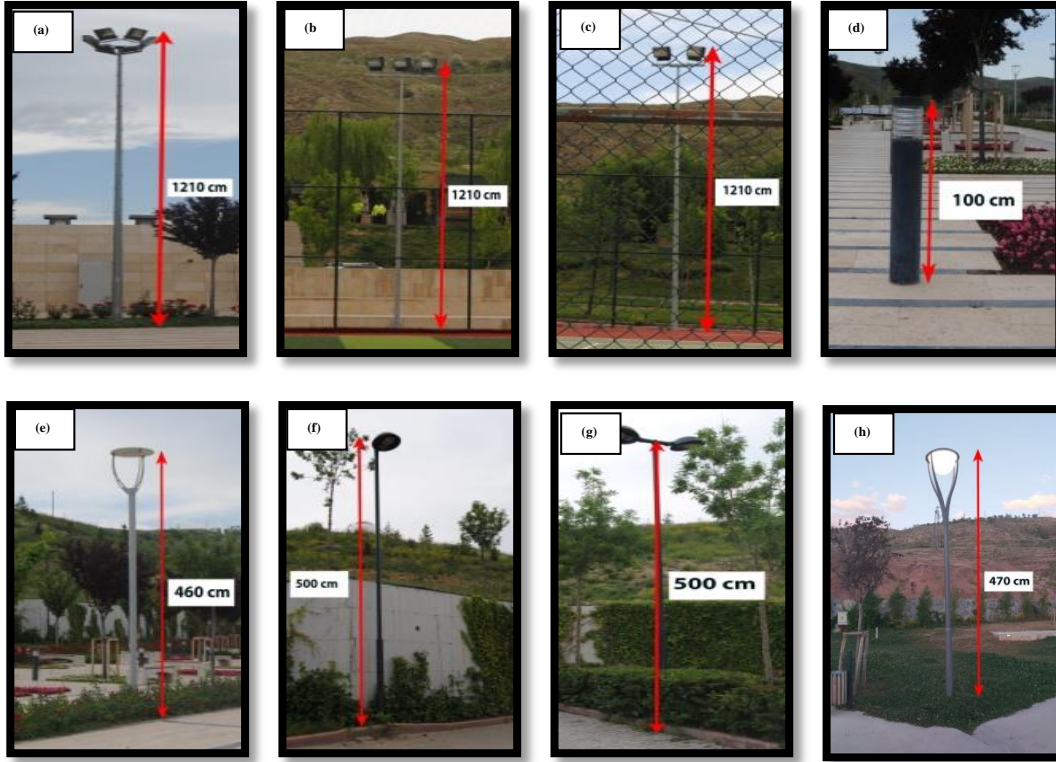


Şekil 8. Çeşme (Orijinal, 2020).

Aydınlatma Elemanları: Park içerisinde; üç tanesi projektör tip aydınlatma (Şekil 9a, b,c) bir tanesi alçak tip aydınlatma (Şekil 9d), dört tanesi ise yüksek tip aydınlatma (Şekil 9e,f,g,h) olmak üzere 8 farklı tip aydınlatma elemanı kullanılmıştır. Park içerisinde yer alan aydınlatma elemanları sayıca yeterli olup standartlar açısından uygundur, ancak aydınlatma direklerinde görme engelli bireylere yönelik uyarı bantları yer almamaktadır. Girişte, spor sahalarında ve çocuk oyun alanının olduğu bölümlerde projektör tip aydınlatmalar kullanılmış, bu alanlardaki yürüyüş

yolu üzerindeki saha aydınlatma direkleri görme engelli bireyler için engel ve tehlike oluşturmaktadırlar. Yaya ve araç yollarında, otoparklarda ve ana aksta yüksek tip aydınlatma,

ana aksın paralelinde yaya mekânı olarak tasarlanan bölümde yer alan çiçek parterlerinin yanında ise alçak tip aydınlatmalar kullanılmıştır.



Şekil 9. Aydınlatma elemanları [projektör tip aydınlatmalar (a,b,c) , alçak tip aydınlatma (d) ve yüksek tip aydınlatmalar (e,f,g,h)] (Orijinal, 2020).

▪ **Bitki Materyali/Bitkisel Tasarım:** Genel olarak geniş yapraklı ağaç türleri ile çalıların kullanıldığı alanda seçilen bitkilerin büyük çoğunluğu, bulunduğu iklime ve coğrafyaya uygundur. Giriş kapısının sol tarafında parkın adının yazılı olduğu bir duvar ve önünde mevsimlik çiçek ve alacalı taflan (*Evonymus japonica* "Aurea") ile bitkisel peyzaj tasarım çalışması gerçekleştirilmiş bir alan mevcuttur. Tasarım dekoratif objeler (şemsiye, testi ve ahşap malzeme) ile desteklenmiştir. Araştırma alanının girişinde sol tarafta istinat duvarı yer almaktadır. Bu duvar estetik açıdan kötü bir görüntüye neden olduğu için duvarın hemen önüne orman/kaya sarmaşığı (*Hedera helix*) dikilerek bu etki kırılmıştır. Girişte bulunan otoparkta adi dışbudak (*Fraxinus excelsior*) ile alacalı taflan (*Evonymus japonica* "Aurea") kullanılmış, ancak otopark alanına gölge sağlayacak yeterli sayıda geniş yapraklı ağaç kullanılmamıştır. Spor kompleksinin önündeki otoparkta leylak (*Syringa vulgaris*), araç yolu paraleline konumlandırılmış otoparkta ise adi dışbudak (*Fraxinus excelsior*) ve doğu çınarı (*Platanus orientalis*) tercih edilmiştir. Araştırma alanında bulunan araç

yolunda; adi dışbudak (*Fraxinus excelsior*), doğu çınarı (*Platanus orientalis*) ve süs eriği (*Prunus cerasifera* "Atr.") kullanılmıştır. Belirli mesafeler ile dikilmiş olan bu ağaç türlerinin altı yer yer Japon ayvası (*Cydonia japonica*) ve kadın tuzluğu (*Berberis thunbergii* "Atr.") gibi çalı türleri ile desteklenmiştir. Araç yolu ve mangal alanı arasında eğimli bir alan mevcuttur. Bu alanlarda sabin ardıcı (*Juniperus sabina*) ve kadın tuzluğu (*Berberis thunbergii* "Atr.") gibi toprak tutucu çalı türleri kullanılmıştır. Araştırma alanının yüksek noktası olan mangal alanında çoğunlukla kamelyaların yanında ve yürüyüş yoluna yakın kısımlarda salkım söğüt (*Salix babylonica*) kullanılmıştır. Bu ağaçlar oturma alanına çok yakın dikildiği için kullanıcıları rahatsız edebileceği gibi ateş yakılan alanlarda da tehlike arz etmektedir. Araştırma alanında ana aks üzerinde bitki saksıları, oturma elemanları ve kentsel donatı elemanları bulunmaktadır ve yolun kenarında yer aldığı için engelli bireyler için herhangi bir tehdit oluşturmamaktadırlar. Saksıların yapım malzemesi olarak tercih edilen beton, alanın bütünlüğüne uymamaktadır. Ana aksın kenarında yol ağaçlandırması için uygun

olmayan mavi ladin (*Picea pungens* “Glauca”), kuş iğdesi (*Eleagnus angustifolia*) vb. gibi bitki türleri tercih edilmiştir. Bu bitkilendirme, alanın başından sonuna kadar belirli tekrarlar ile devam etmektedir. Bitkilerin dikim mesafeleri standartlara uygun olmasına rağmen bazı kısımlarda yaya yollarına uzanan dallar engelli bireyler için tehlike oluşturmaktadırlar. Gölet çevresinde bulunan yaya yollarında yol ağacı olarak sadece süs eriği (*Prunus cerasifera* “Atr.”) tercih edilmiştir. Engelli çocuk oyun alanı-fitness alanı çevresinde kadın tuzluğu (*Berberis thunbergii* “Atr.”) ve ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) gibi dikenli çalı türleri kullanılmış olup çocuklar için uygun değildir. Ayrıca bu alan, araç yolunun hemen yanında yer aldığından dolayı çocuklar için tehlike oluşturmaktadır. Namazgahta alacalı taflan (*Evonymous japonica* “Aurea”), wc ve engelsiz yaşam merkezi çevresinde ise kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*) tercih edilerek sınırlama yapılmış ve kısmen mahremiyet sağlanmıştır. Araştırma alanında diğer bir eğimli alanı ise alanın dere yatağının bulunduğu tarafındaki sınırında yer almaktadır. Bu alanlarda doğu çınarı (*Platanus orientalis*), sabin ardıcı (*Juniperus sabina*), kadın tuzluğu (*Berberis thunbergii* “Atr.”) gibi toprak tutucu bitkiler kullanılmış ve sınırlarda kullanılan bitkilerle ise belirli bir düzen çerçevesinde dikim yapılarak estetik bir görüntü yaratılmak istenmiştir. Göletin yakınında konumlanan çim amfinin arkasında bulunan ve parkın sınırını oluşturan duvar kenarlarında, leylandi (*Cupressocyparis leylandii*), altuni mazı (*Thuja orientalis* “Aurea”) ve Amerikan sarmaşığı (*Parthenocissus quinquefolia*) kullanılmış, ve duvar boyunca devam ettirilmiştir. Gölet çevresinde bulunan alanda ayrıca; gümüş ihlamur (*Tilia tomentosa*), at kestanesi (*Aesculus hippocastanum*), kiraz (*Prunus avium*), Arizona servisi (*Cupressus arizonica*), Atlas sediri (*Cedrus atlantica*) gibi ağaç türleri kullanılmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma ile Çankırı kenti için önemli kamusal dış mekânlardan biri olan Recep Tayyip Erdoğan Parkında engelli bireylerin karşılaştığı kullanım sorunları saptanmış, parkın engellilerin kullanımına kısmen uygun olduğu görülmüştür. Engelli bireylerin kent parkında sorun yaşadıkları alanlar belirlenmiş, bu alanlar engelli standartları ve evrensel tasarım ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmiş, kent parkını tüm bireylerin eşit kullanması gerekliliği vurgulanmıştır. Bu kapsamda alan değerlendirildiğinde:

- Park girişinde döşeme malzemesi olarak dökme mozaik kullanılmış ve tahrip olmuş durumdadır. Bu tahribat engelli bireyler için sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle bu alanda yüzeyi pürüzsüz ve dayanıklı malzeme kullanılmalıdır.
- Engelli bireylerin araştırma alanında karşılaştığı bir diğer sorun ise yaya yollarıdır. Park içerisindeki kullanımlara erişimi sağlayan yolların genişlikleri bütün alan içerisinde kısmen uygun iken, spor kompleksinin çevresindeki yaya yolu genişliği standartlara uygun değildir. Bu alanda yolun genişliği 120 cm'dir. Ancak yolun kenarına oturma birimleri yerleştirildiği için yolun genişliği yer yer 80 cm'ye düşmektedir. Yolun genişliği oturma biriminin dışında en az 120 cm olması gerekmektedir. Alan bu ölçüler doğrultusunda tekrar düzenlenmelidir. Ana aks üzerindeki döşeme tahribatından dolayı engelli bireylerin ulaşımında sıkıntı yaşadıkları gözlenmiştir. Bu tahribat sebebi ile döşeme malzemesi değiştirilmeli ve yüzeyi pürüzsüz ve dayanıklı malzeme kullanılmalıdır. Görme engelli bireyler için yaya yollarında duyumsanabilir yüzeyler ve kılavuz çizgileri kullanılmalıdır.
- Araştırma alanının topografyası nedeni ile merdiven ve rampa kullanımına çok ihtiyaç duyulmamıştır. Mangal alanı ile otopark arasındaki bağlantı, merdivenler aracılığı ile sağlanmıştır ve merdivenlerin basamak genişliği ile rıht yüksekliklerinin standartlara uygun olmadığı gözlenmiştir. Aynı zamanda merdivenlerin rampa ile desteklenmediği saptanmıştır. Engelli bireylerin mangal alanına kolaylıkla ulaşabilmeleri için merdivenler rampa ile desteklenmelidir. Standartlara göre merdiven basamak ucunda koruyucu kaymaz şerit bulunması gerekirken araştırma alanındaki hiçbir merdivende koruyucu kaymaz şerit mevcut değildir. Ayrıca, alanda bulunan merdivenlerin her iki yanında küpeşte de bulunmamaktadır. Merdivenlerin ucunda 2,5 cm eninde koruyucu kaymaz şerit ve iki yanında küpeşte bulunmalıdır. Merdivenler gece kullanımına olanak sağlayacak nitelikte değildir. Bu nedenle merdivenler aydınlatma ile desteklenmelidir.
- Kent merkezinden araştırma alanına ulaşım kolaylıkla sağlanabilmektedir. Kentteki en büyük park olma özelliğinden dolayı parkın ziyaretçi sayısı oldukça fazladır. Ancak alanda bu potansiyeli karşılayacak sayıda otopark bulunmamakta olup engelli otoparkına yer verilmemiştir. Bu nedenle kullanıcı potansiyeli dikkate alınarak otopark sayısı artırılmalı ve alanda engelli bireylerin de kullanabileceği otopark alanlarına yer verilmelidir. Otopark

Yönetmeliği'nin 4 üncü maddesi gereğince; engelli bireyler için tüm tesisteki park yeri sayısının %5'i kadar otopark yeri ayrılması gerekliliği, eşit kullanım koşullarının oluşturulması açısından göz önünde bulundurulmalıdır. Engelli bireyler için yapılacak olan bu otoparklarda ise; park yerlerine yön gösterici engelli levhası ile yere engelli park işareti konulmalı ve bu levhaların kolay algılanır, okunur ve ışıklı olmalarına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda engelli bireyler için ayrılmış park yerleri pürüzsüz malzeme ile kaplanmalı ve iyi aydınlatılmış olmalıdır.

- Girişte bulunan otoparkta adi dışbudak (*Fraxinus excelsior*) ile alacalı taflan (*Evonymus japonica* "Aurea") kullanılmıştır. Ancak yeterli sayıda gölge ağacı kullanılmadığı için istenilen gölge etkisi yaratılamamıştır. Bu nedenle dikim aralıkları daha sık olmak koşulu ile ova akçağacı (*Acer campestre*), dış budak yapraklı akçağaç (*Acer negundo*), gümüşü ıhlamur (*Tilia tomentosa*) vb. gibi gölge yapan bitki türleri ile desteklenmelidir. Araştırma alanının yüksek noktası olan mangal alanında çoğunlukla kamelyaların yanında ve yaya yoluna yakın kısımlarda salkım söğüt (*Salix babylonica*) kullanılmıştır. Oturma alanına çok yakın dikilmesi nedeni ile bireyleri rahatsız etmektedir. Bu nedenle dikim mesafesi oturma birimlerinden daha uzağına alınmalı, dikim sıklığı tekrar düzenlenmelidir.
- Çocuk oyun alanları araç yolunun hemen yanında yer aldığı ve araç yolu ile çocuk oyun alanı arasına herhangi bir sınırlandırma yapılmadığı için araç yolu çocuklar için tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle bu alanda kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*) vb. gibi çit etkisi yaratan çalı türleri ile çocuk oyun alanına gölge oluşturması açısından adi dışbudak (*Fraxinus excelsior*) vb. gibi geniş tepe çatısına sahip olan bitki türleri tercih edilmelidir.
- Araştırma alanında engelli bireyler için yapılan çocuk oyun alanı-fitness alanı çevresinde yapılmış olan bitkilendirme çalışması orada vakit geçirecek olan çocuklar için korunaklı bir alan yaratmamaktadır. Alanın çevresinde ve alan sınırının köşelerinde çocuklar için tehlike yaratabilecek dikenli çalı türleri ile meyvesi olan ağaç türlerine yer verilmiştir. Engelli çocuk oyun alanında kadın tuzluğu (*Berberis thunbergii* "Atr.") ve ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) gibi dikenli çalı türlerinin yerine çocuklar için tehlike oluşturmayacak (polensiz, dikensiz, meyvesiz vb. gibi) bitki türleri tercih edilmelidir.
- Araştırma alanında mevcut iki adet kafeterya/restoran bulunmaktadır. Kullanıcı potansiyelinin yüksek olması nedeniyle bu sayı

yetersiz olup, bu mekânların sayılarının artırılması gerekmektedir.

- Araştırma alanında bulunan açık hava sineması, görme ve işitme engelli bireyler de düşünülerek tekrar tasarlanmalıdır. Çim amfi ise engelli bireylerin de kullanımına uygun hale getirilmelidir.
- Araştırma alanında bulunan tahrip olmuş banklar yenilenmeli, tüm bank çevrelerinde tekerlekli sandalyelerin yanaşabilmesi için gerekli olan 120 cm'lik mesafe bırakılmalıdır.
- Araştırma alanında mangal alanı bölümünde 3 adet çeşme bulunmaktadır ve bu çeşmelerin musluk yükseklikleri tekerlekli sandalye kullanan bireylerin kullanımı için uygun değildir. Bu mekânlar standartlara uygun bir şekilde yeniden düzenlenmeli ve tekerlekli sandalye kullanan engelli bireyler için çeşmelerin musluk yükseklikleri 85 cm olarak tasarlanmalıdır.
- Araştırma alanında 8 farklı tip aydınlatma elamanı bulunmaktadır. Aydınlatma elemanlarının ölçüleri standartlara uymaktadır. Ancak aydınlatma direklerine görme engelli bireylere yönelik uyarı bantları eklenmelidir.
- Araştırma alanında ana aks üzerinde mevcut olan beton saksılar alanın bütünlüğünü bozmaktadır. Alanda beton saksı yerine ahşap bitki kasaları tercih edilmelidir. Ayrıca ana aks kenarında kullanılan kuş iğdesi (*Eleagnus angustifolia*)'nin dalları ana aks üzerine sarkmaktadır ve bu engelli bireyler için tehlike arz etmektedir. Ana aksda yer alan bitkilerin dikim mesafesi yoldan daha geriye alınmalı ya da yukarıdan dallanan adi dışbudak (*Fraxinus excelsior*) vb. gibi bitki türleri tercih edilmelidir.

Araştırma alanı genel olarak değerlendirildiğinde ise; bakım/onarım çalışmalarının yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu nedenle; koruma (bitkisel materyal, kent mobilyaları, parka ilişkin demirbaş malzemeler vb.), sulama, çim biçimi, yabancı ot temizliği, çapalama, çiçek parterlerinin bakımı, tırmıklama, budama, gübreleme, zararlılarla mücadele, temizlik hizmetleri vb. gibi bakım/onarım çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- Anonim, 2011. Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı. T.C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Özürlü ve Yaşlı Hizmetleri

- Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No: 49, Anıl Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- Anonim, 2020. Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni 2020 Mart. T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 2013. Accessibility Design Guide: Universal Design Principles for Australia's Aid Program. A Companion Volume to Development for All: Towards a Disability-Inclusive Australian Aid Program 2009-2014. Australian Government (AusAID). Edited by Clarity Communications, Designed by GRi.D Communications, Printed by Blue Star Print, Canberra, Australia.
- Aslaksen, F., Bergh, S., Bringa, O.R., Heggem, E.K., 1997. Universal Design Planning and Design for All. Cornell University ILR School, Oslo, Norway.
- Çankırı Belediyesi, 2020a. Kent rehberi/coğrafi yapı. <http://www.cankiri.bel.tr/sayfa-16/cografya-yapi.php>. (erişim 10.08.2020).
- Çankırı Belediyesi, 2020b. Recep Tayyip Erdoğan Parkı. <http://www.cankiri.bel.tr/sayfa-388/recep-tayyip-erdogan-parki.php>. (erişim 10.08.2020).
- D'souza, N., 2004. Is universal design a critical theory?, in: Keates, S., Clarkson, J., Langdon, P., Robinson, P. (Eds.), Designing a More Inclusive World. Chapter 1. Publisher Springer-Verlag, London, pp. 3-9.
- DEV, 2020. Engelsiz şehir tasarım raporu. Dünya Engelliler Vakfı (DEV). <http://www.devturkiye.org/Projeler/Engelsiz-Sehir-Planlamasi/Engelsiz-Sehir-Tasarim-Raporu/> (erişim 10.08.2020).
- Iwarsson, S., Ståhl, A., 2003. Accessibility, usability and universal design-positioning and definition of concepts describing person-environment relationships. Disability and Rehabilitation 25(2), 57-66.
- Kuter, N., Çakmak, M., 2017. Kamusal dış mekânlarda engelliler için tasarım: Ankara, Seğmenler Parkı örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 3(2), 93-110.
- Resmi Gazete, 2005. Özürlüler ve bazı kanun ve kanun hükmünde kararnamelerde değişiklik yapılması hakkında kanun. Kabul Tarihi: 1.7.2005. Kanun No. 5378. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050707-2.htm> (erişim: 10.08.2020).
- Rodman, D., 2009. Universal Design Guidelines for Outdoor Spaces: Plan and Design for Choice. Publishing: City of Pitt Meadows and the District of Maple Ridge, British Columbia.
- Sirel, A., Sirel, Ü., 2005. Kamusal Dış Mekânlarının Tasarımında Aydınlatma Boyutu: Edirne'de Hürriyet Meydanı (Parkı) ile İlgili Bir Araştırma. In, III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, 23-25 Kasım, Ankara, pp. 29-36.
- Story, M.F., 1998. Maximizing usability: The principles of universal design. Assistive Technology 10 (1), 4-12.
- Story, M.F., 2011. The principles of universal design, in: Wolfgang F. E., Korydon H. Smith (Eds.), Universal Design Handbook. Second Edition. Chapter 4. The McGraw-Hill Companies, Inc., US, pp. 4.3-4.12.
- Story, M.F., Mueller, J.L., Mace, R.L., 1998. The Universal Design File: Designing for People of All Ages and Abilities. Institution: North Carolina State Univ., Raleigh. Center for Universal Design. ERIC Processing and Reference Facility, USA.
- Tandoğan, O., 2017. Evrensel tasarım kavramı ve kentsel peyzaj ile ilgili örnekler üzerinden değerlendirilmesi. Artium 5(2), 51-66.
- Ter, Ü., Erdoğan, E., Kuter, N., 2016. Yaşlılık ve kamusal dış mekan tasarımı, in: Velittin Kalıncara (Ed.), Yaşlılık: Disiplinlerarası Yaklaşım, Sorunlar, Çözümler. Bölüm: XIX. Yayın No: 1520. Sosyal Çalışmalar No: 012. 1. Basım. Mayıs 2016. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. LTD. ŞTİ, Ankara, pp. 453-488.
- WHO, 2011. World report on disability. The World Bank, World Health Organization (WHO): 24p. http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/en/ (erişim 10.08.2020).

Yarı-Kurak Bir Tarım Arazisinde Toprak Kalitesinin Uzaysal Değişkenliği^x

S.H. Mohamed¹, S. Erřahin², S. Sünal Kavaklıgil^{*2}

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 18200, Çankırı, Türkiye

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 18200, Çankırı, Türkiye


* İletişimden sorumlu yazar (sevalsunal@karatekin.edu.tr)


MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 4 Haziran 2020

Kabul Tarihi 14 Eylül 2020

*Sorumlu Yazar:

 sevalsunal@karatekin.edu.tr

 0000-0001-2345-6789

^x Bu makale ilk yazarın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

ÖZ

Toprak kalitesinin izlenmesi tarımda sürdürülebilirlik, toprakların korunması, çevre sağlığı ve gıda güvenliği açısından son derece önemlidir. Bu çalışma ile Çankırı-Merkez ilçeye bağlı Aşağı Pelitözü köyünde eğimli ve sürekli buğday-nadas kültürü altında yaklaşık 10 hektar genişliğindeki bir arazide toprak kalitesinin uzaysal değişkenliği belirlenmiştir. Çalışma alanında gelişiğüzel belirlenen 100 noktadan topraklarının toprak işleme derinliğinden (0-20 cm) toprak örnekleri alınarak temel toprak özellikleri için analiz edilmiştir. Toprak kalitesi değerlendirmesinde kullanılacak

göstergelerin yer alacağı minimum veri setinin belirlenmesi amacıyla temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucu arazide ortalama toprak kalitesi indeksinin (TKİ) 1,47 (orta düzeyde) olduğu belirlenmiştir. Hesaplanan TKİ değerlerinin uzaysal yapısı jeoistatistiksel yöntemlerle analiz edilmiş ve değerlerin arazideki değişimini gösteren yüzey haritası oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre TKİ'nin arazinin eğimin nispeten daha düşük olduğu güneydoğu tarafında düşük, kuzeybatı tarafında ise daha yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir. Bulgular, TKİ'nin uzaysal yapısının güvenli bir şekilde belirlenebilmesi için daha sık bir örneklemenin gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gausiyan model, jeoistatistik, minimum veri seti, temel bileşenler, toprak kalitesi

Spatial Variability of Soil Quality on a Semi-arid Agricultural Land

ABSTRACT

Monitoring of soil quality is essential for agricultural sustainability, soil protection, environmental safety and food security. In this study, spatial variability of soil quality index (SQI) in an approximately 10 hectares of semi-arid field under continuous wheat-fallow rotation was studied. One hundred soil samples were collected randomly from tillage depth (0-20 cm). The soil samples were analyzed for basic soil properties and minimum data set was determined by principle component analysis. The SQI values were calculated for each of the sampling point, spatial structure of SQI was evaluated by geostatistical methods and surface map of SQI were created. Results showed that mean SQI was 1.47 (moderate). The results further revealed that a denser sampling is needed to reliably evaluate the spatial structure of the SQI in the study area.

Keywords: Principal components, Gaussian model, Geostatistics, Minimum data set, Soil quality.

1. Giriş

Toprak kalitesi “toprağın bitkisel ve hayvansal üretimi sürdürebilme, su ve hava kalitesini artırabilme ve insan sağlığı için uygun yaşam ortamını oluşturma fonksiyonlarının tamamını sağlayabilme kapasitesi” olarak tanımlanmaktadır

(Karlen et al., 1997). Toprağın statik özelliklerinin yanı sıra dinamik özellikleri tarafından da kontrol edilen toprak kalitesi; toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliklerinin bir bütünü olduğundan toprak verimliliğinin en önemli göstergesidir. Toprak ve alana özgü bir kavram olan toprak kalitesi, iklim, arazi kullanımı veya doğal

Bu makaleye atf:

Mohamed, S.H., Erşahin, S., Sünal Kavaklıgil, S., 2020. Yarı-Kurak Bir Tarım Arazisinde Toprak Kalitesinin Uzaysal Değişkenliği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(1): 28-38.

toprak özellikleri gibi alana özgü faktörler tarafından kontrol edilmektedir (Karlen et al., 2006). Dolayısıyla toprak kalitesi derinlik, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, yarıyışlı besin maddesi miktarı, organik madde miktarı, mikrobiyal kütle, karbon ve azot içeriği, toprak strüktürü ve infiltrasyon hızı gibi birçok özellik tarafından etkilenir (Özulu et al., 2006). Bu özellikler arasındaki korelasyon nedeni ile çok az özellik toprak kalitesi indikatörü olarak belirlenmiştir ve toprak kalitesini belirleme ve sayısal olarak ifade etme açısından yapılan çalışmalar yetersiz kalmıştır (Arshad and Coen, 1992). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar toprak kalitesinin belirlenmesi ve sayısal olarak ifade edilmesi açısından yeterli ve anlaşılır düzeydedir. Örneğin yapılan bir çalışmada, Beypazarı topraklarının toprak kalite indeksleri coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak toprak kalite indeksleri belirlenmiştir. Araştırmacı çalışma alanı topraklarının toprak kalite indeks değerleri Typic Haploxerepts, Typic Xerohents, Typic Xerofluvents ve Fluventic Haploxerepts'ler de yüksek (% 54.6); Typic Calcixerepts ve Gypsic Haploxerepts'ler de orta (% 31.9); ve Lithic Xerohents'ler de düşük (%13,5) olarak belirlemiştir (Bayramin, 2003). Bir diğer çalışmada Bursa ili sınırları içinde bulunan Karacabey Tarım İşletmesi arazilerinin toprak kalite indeks sonuçları yorumlanmıştır. Çalışmaya göre, MEDALUS yöntemine göre tarım işletmesi arazilerinin %8.28'i iyi, %49.17'si orta ve %42.55'i zayıf olarak sınıflandırılmıştır (Everest et al., 2020).

Toprak kalitesinin zamanla değişmesi, bölgeden bölgeye farklılık göstermesi ve doğrudan ölçümünün zor olmasından dolayı, toprağın fonksiyonlarını yerine getirmesinde etkili olan ve kalite göstergesi olarak kullanılacak değişkenlerin bölgeye veya toprağa özel olarak belirlenmesi gereklidir. Ancak toprak özellikleri arasındaki etkileşimlerin yanında toprak özelliklerinin uzaysal ve zamansal değişkenliklerinin yüksek olması bu parametrelerin belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Parr et al. (1992), toprak kalite indeksinin değerlendirilmesinde toprak özellikleri, üretim potansiyelleri, çevresel faktörler, insan ve hayvan sağlığını etkileyen kriterlere ilaveten, erozyon hassasiyeti, biyolojik çeşitlilik ve amenajman uygulamalarına ait faktörlerine yer verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla, toprak kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile jeoistatistiksel yöntemlerin bir arada kullanılması avantaj sağlamaktadır. Ayrıca çok değişkenli istatistiksel yaklaşımlar toprak kalite değerlendirme çalışmalarında, çevresel ve yönetsel etkilere ait veri setleri içerisinde olan bilgilerin ortaya çıkarılmasına izin vererek muhtemel bilgi

kayıplarının yaşanmasını da engellemektedir (Sağlam and Dengiz, 2013).

Genel olarak toprak kalitesi değerlendirilmeleri 3 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar 1) toprak kalitesini en iyi şekilde tanımlayacak gösterge toprak özelliklerinin seçimi, 2) bu toprak özelliklerinin birimsiz skorlara dönüştürülerek yorumlanması ve 3) toprak özelliklerinin bir indeks içerisinde birleştirilmesinden oluşmaktadır (Andrews et al. 2004)

Herhangi bir bölgenin toprak kalite indeksi belirlenirken toprak parametrelerinin tamamının kullanılması hem zaman alıcı hem de oldukça maliyetli olduğundan, toprak kalite indeksinin belirlenmesinde toprak kalitesini yansıtacağı düşünülen en az sayıda toprak karakteristiklerinden oluşmuş bir veri seti kullanılmalıdır (Andrews et al., 2004; Veum et al., 2017.; Budak et al., 2018;). Nortcliff (2002), indikatörlerin iyi seçilememesi durumunda toprak kalitesinin değerlendirilmesinde sorunlar yaşanacağını belirtmiştir. Doran et al. (1996), toprak kalitesinin belirlenmesinde en az sayıda değişkenin kullanılmasını önermişler ve araştırmacılar bu değişkenlerin ise tekstür, kök derinliği, infiltrasyon hızı, hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi, pH, total C, elektriksel iletkenlik, besin maddesi miktarı, mikrobiyal kütle, mineralize olabilir N ve toprak solunumu gibi özellikler olduğunu bildirmişlerdir.

Toprak özelliklerinin yüksek değişkenliği nedeni ile Raiesi (2017), farklı bölgelerde aynı veri setini kullanmak yerine farklı veri setlerinin oluşturulması gerektiğini bildirmektedir. Bu amaçla Temel Bileşen Analizi (PCA) veya Uzman görüşü gibi yöntemler kullanılarak ilgili araziye özgü minimum veri setleri (MVS) oluşturulmaktadır. Shukla et al., (2006) PCA yöntemini kullanarak indikatörlerin, veri setindeki toplam varyansa olan katkılarını dikkate almış ve gereksiz indikatörleri veri setinden uzaklaştırmıştır. Nakajima et al., (2015) her bir indikatörün tarımsal üretkenliğe katkısına ait ağırlıkları göz önünde bulundurarak veri setini oluşturmuştur.

Toprak kalitesinin belirlenmesinde MVS içine dâhil edilen göstergelerin doğrusal veya doğrusal olmayan yöntemlerle skorlanarak yorumlanabilir hale getirilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda toprak kalite indeksi belirlenirken her ne kadar farklı skorlama yöntemleri kullanılsa da temel mantık birimleri ve değer aralıkları farklı olan toprak özelliklerine ait verileri normalize ederek ve birimsiz skorlara dönüştürerek yorumlanabilir hale getirmektir (Budak et al., 2018). Örneğin, Kosmas et al. (2006) tarafından geliştirilen MEDALUS modelinde araştırmacılar tarafından toprak kalite indeksi altında tanımlanan parametrelere 1 (en iyi) ile 2 (en kötü) arasında skorlar verilmiştir. Andrews

et al. (2004) ise SMAF modelinde tanımlanan parametrelere 0 (en kötü) ile 1 (en iyi) arasında skorlar verilmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada topraklar özelliklerine ait değerler, doğrusal skorlama fonksiyonları ile skorlanmış ve en yüksek ağırlık (0.27) organik maddeye verilirken en düşük ağırlık (0.04) silt içeriğine verilmiştir. En yüksek ağırlığın organik maddeye verilmesinin nedeni, toprak verimliliğini en fazla etkileyen toprak özelliği olmasından ileri geldiğini bildirmişlerdir (Koca et al., 2019). Benzer şekilde Acir (2014), farklı tarımsal ekolojilere sahip kurak ve yarı-kurak iki bölgede yaptığı çalışmalarda PCA ile değişken indirgeme yöntemini kullanarak MVS'i belirlemiş, göstergelere ait skor değerlerini hesaplamış ve ağırlıklı eklemeli indeks metodunu kullanmıştır. Toprak kalite indislerinin almış oldukları skor değerleri çoğunlukla yere özgüdür ve yorumlamaları genellikle toprak oluşumunun bir ürünü olan toprak özelliklerini esas almaktadır (Bayram et al., 2015). Örneğin, kurak bölge topraklarında %2 düzeyindeki bir organik madde içeriği en yüksek skor alırken, yağışlı ve serin bölge toprakları için %2 organik madde içeriği toprakta bozulmanın göstergelerinden kabul edilmekte ve skorlamada kurak bölgeye göre çok daha düşük değer almaktadır (Acir, 2014).

Bu çalışma ile Çankırı il merkezine yaklaşık 20 km mesafede yer alan, tipik yarı-kurak iklime sahip ve engebeli alanları temsilen seçilen sürekli buğday-nadas rotasyonu altındaki yaklaşık 10 ha genişliğindeki bir arazide toprak kalite indeksi (TKİ) hesaplanarak elde edilen değerlerin uzaysal değişkenliği belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Araştırma, Çankırı ili Aşağı Pelitözü köyünün 4 km güney doğusunda ve Çankırı il merkezine 20 km uzaklıkta bulunan tarım arazilerinde yürütülmüştür (Şekil 1). Örnekleme yapılan araziler üzerinde 70 yılı aşkın süredir geleneksel toprak işleme yöntemi ile buğday tarımı yapılmaktadır. Çalışma alanı Aşağı ve Yukarı Pelitözü köyleri çevresinde oldukça geniş bir yayılım alanı bulunan ve sıcak iklim koşullarında lagüner ortamda çökelmiş olan (Sarp, 2010) Bozkır formasyonunda yer almaktadır.

Çalışma alanının jeolojisi genel itibarıyla jips olup, tabanda kum taşı, silt taşı, üste doğru kil taşı, marn ara bantlarını kapsamaktadır. Çalışma alanı ve çevresi Türkiye'de özellikle Oligo-Miosen jipsli serileri olarak bilinen formasyonların yaygın olarak bulunduğu sahalardandır. Buradaki jips karstına ait şekilleri genellikle dolinler (çukur) oluşturur. Bu

bölgeye ait topografik haritalar incelendiğinde, jipsli alanlar üzerinde bazı yerlerde hiç dolin bulunmazken, bazı yerlerde seyrek olarak dağılmış, içlerinde geçici göllerin olduğu, irili ufaklı dolinler (çukurlar) dikkati çekmektedir (Süenal, 2018).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu.

Çalışma alanı tipik karasal iklim özellikleri göstermektedir (Birgili, 2015). Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu Çankırı Merkezde olup (731 m a.s.l) bu istasyondan alınan verilere göre bölgede yıllık ortalama sıcaklık 11,3°C'dir. Bölgenin vejetasyon süresi Nisan ve Ekim ayları arasındadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 412.3 mm olup, vejetasyon süresi içindeki yağış miktarı 245.0 mm'dir. Yıllık ortalama bağıl nem %67, vejetasyon süresinde ise %62'dir. Çalışma alanı topraklarının nem rejimi Xeric'dir. Çankırı merkezde 50 cm toprak derinliğindeki ortalama sıcaklık 14,7°C olduğundan sıcaklık rejimi de Mesic olarak sınıflandırılmıştır (Süenal, 2018).

2.2. Yöntemler

Çalışma alanı topraklarının genel özelliklerinin belirlenmesi amacı ile üst topraktan (0-20 cm) alınan 100 adet bozulmuş toprak örneği oda şartlarında kurutulup, 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örnekleme derinliği üst toprağın kalınlığına (toprak işleme derinliğinin altında sert katmanın başladığı derinliğe bağlı olarak) göre değişmektedir. Alınan toprak örneklerinde toprak tekstürü, agregat stabilitesi, pH, elektriksel iletkenlik, organik madde içeriği, kireç içeriği, tarla kapasitesi ve solma noktası tayin edilmiştir. Ayrıca, örnekleme esnasında alınan bozulmamış toprak örnekleri ile de hacim ağırlığı belirlenmiştir. Bu analizlere ilişkin yöntemler aşağıda verilmiştir.

Tarla Kapasitesi, basınçlı kaplar düzeneğinde seramik levha üzerine yerleştirilmiş suyla doygun bozulmamış toprak örneğine 0.33 bar hava basıncı uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Klute et al.,

1986). Daimi solma noktası, basınçlı kaplar düzeneğinde seramik levha üzerine yerleştirilmiş suyla doymuş bozulmuş toprak örneği üzerine 15 bar hava basıncı uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Klute et al., 1986). Toprak reaksiyonu (pH), 1:2,5 oranında sulandırılmış süspansiyon cam bağet yardımıyla ara ara karıştırılarak 30 dakika bekledikten sonra cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Hendershot, et al., 1993). Elektriksel iletkenlik (EC), saf su ile 1:2,5 oranında sulandırılmış süspansiyonda pH ölçümü yapıldıktan sonra aynı süspansiyonda dijital EC metre ile ölçüm yapılmıştır (Janzen, 1993). Kireç içeriği, 0.5 gram toprak örneği tartılarak %10'luk hidroklorik asit ile Scheibler kalsimetresinde karbondioksit çıkış hacmine göre belirlenmiştir (Kacar, 1998). Organik madde içeriği, Modifiye Walkley Black yaş yakma yöntemiyle dikromat yükseltgenmesi esasına göre belirlenmiştir (Nelson and Sommers, 1982). Hacim ağırlığı, hacmi belli (100 cm³) çelik silindirler ile alınmış bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak belirlenmiştir (Blake and Hartge, 1986). Toprakların kil, silt ve kum içerikleri Bouyocous Hidrometre yöntemi ile ayırt edilmiş ve tekstür üçgeni kullanılarak belirlenmiştir (Gee and Bauder, 1986). Agregat stabilitesi; toprakların agregat dayanıklılığı ıslak eleme yöntemine göre (08.13 wet sieving method) yapılmıştır (Kemper and Rosenau, 1986).

2.2.1 İstatistiksel Analizler

Toprak değişkenlerinin (kum, kil, silt, pH, EC, organik madde, kireç oranı, tarla kapasitesi, solma noktası, bitkiye yarayışlı su içeriği, agregat stabilitesi) laboratuvar analiz sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler hesaplanarak yorumlanmıştır. Aynı zamanda toprak değişkenlerine ilişkin korelasyon matrisi oluşturulmuştur. İstatistiklerin hesaplanmasında SPSS 23 paket programı kullanılmıştır.

2.2.2. Değişkenlerin Skorlanması

Toprak kalitesi indeksinin hesaplanmasında kullanılan toprak değişkenleri için skorlar üretilmiştir. Toprak kalitesi indeksi altında tanımlanan değişkenlerin arazi bozulması süreci ile ilişki düzeyine bağlı olarak 1.0 ile 2.0 arasında skorlar verildiği, tanımlanan parametrelerin çalışma yapılan bölgelere göre değerlendirilebileceği ve

skorlamanın çalışılan bölgeye göre düzenlenebileceği rapor edilmiştir (Kosmas et al., 2006). Toprak kalitesi indeksinin hesaplanmasında skorlama yöntemi ilk kez Karlen ve Stott (1994) tarafından kullanılmıştır. Bu araştırmacılar toprak kalite indeksini belirlemek için tanımladığı parametreleri skorlarken üç ana skorlama fonksiyonu kullanmışlar ve bu skorlama eğrilerini “daha fazla daha iyidir”, “daha az daha iyidir” ve “optimum daha iyidir” şeklinde tanımlanmışlardır. “Daha fazla daha iyidir” ile skorlamada, göstergenin değeri arttıkça verilen skor değeri de giderek artırılır; “daha az daha iyidir” ile skorlamada, göstergenin daha düşük değerine daha yüksek skor verilir; “orta nokta optimumdur” skorlamada ise göstergenin değeri orta değere ne kadar yakınsa skor değeri de o derece yüksek tutulur, ortalamadan her iki yönde uzaklaştıkça verilen skor değerleri de o derece düşürülür. Bu çalışmada “daha fazla daha iyidir” mantığından hareketle en kötü için 1.0 en iyi için ise 2.0 skoru kullanılmıştır. Bu bağlamda değişkenlerin skorları ve referans alınan kaynaklar Çizelge 1’de verilmiştir.

2.2.3. Minimum Veri Setinin Oluşturulması

Çalışma alanı topraklarının toprak kalite indeksini belirlemek amacıyla en uygun parametrelerin seçimi için bir veri azaltma aracı olan temel bileşenler analizi (PCA) kullanılmıştır. Analizden önce elde edilen sonuçların PCA için uygun olup olmadığını anlamak için küresellik testi (Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)) kullanılmıştır (Çizelge 3). Bu yöntemle göre KMO testi faktörü >0,5 olduğu durumlarda PCA analizi yapılabilmektedir (Field, 2013). Ancak, KMO testi faktörü <0.5 olduğunda verilerin PCA için uygun olmadığı, değerler 0.5-0.69 arasında olduğu durumlarda temkinli davranılarak analizin yapılabileceği ve KMO test faktörü > 0.7 olduğu durumlarda ise analizin rahatlıkla yapılabileceği bildirilmiştir (Solgi et al., 2017). PCA ile yapılan değerlendirmede değişkenlerin MVS’ne dahil edilebilmesi için aygen (eigen) değeri > 1.0 olan PC’ler altındaki değişkenler dikkate alınmış olup, PC’ler altındaki değişkenlerin MVS için seçiminde mutlak dolun değeri en yüksek olan değişkenler ile bu mutlak dolun değerinin %10 eksikliği olan diğer değişkenler MVS içine dahil edilmiştir (Andrews et al., 2004).

Çizelge 1. Toprak kalite indeksi altında tanımlanan değişkenlere ilişkin indis değerleri ve yararlanılan kaynaklar. Avcı (2019)'dan uyarlanmıştır.

	Sınıf	Değerlendirme	Tanım	Skor	Kaynak
Tekstür	1	Çok İyi	L	2.0	Kosmas, et al. (1999)
	2	İyi	SCL, SiCL, CL	1.7	
	3	Orta	SL, SiL, LS, SC	1.3	
	4	Zayıf	SiC, C,	1.2	
	5	Oldukça Zayıf	S, Si ve %60 dan fazla kil	1.0	
pH	1	Aşırı asit	<4.5	1.0	ÇEM (2017)
	2	Çok Kuvvetli asit	4.5-5.0	1.1	
	3	Kuvvetli asit	5.1-5.5	1.2	
	4	Orta Asit	5.6-6.0	1.4	
	5	Hafif Asit	6.1-6.5	1.7	
	6	Nötr	6.6-7.3	2.0	
	7	Hafif alkalın	7.4-8.0	1.7	
	8	Orta Alkalın	8.1-8.5	1.3	
	9	Kuvvetli Alkalın	8.6-9.0	1.1	
	10	Çok Kuvvetli Alkalın	>9.0	1.0	
EC (dS m ⁻¹)	1	İyi	<1.2	2.0	ÇEM (2017)
	2	Hafif	1.2-2.0	1.7	
	3	Orta	2.0-4.0	1.3	
	4	Tuzlu	4.0-8.0	1.2	
	5	Çok Tuzlu	>8.0	1.0	
OM (%)	1	Çok yüksek	>4.0	1.0	ÇEM (2017) ve (Avcı, 2019)
	2	Yüksek	3.0-4.0	1.1	
	3	Orta	2.0-3.0	1.2	
	4	Düşük	1.0-2.0	1.4	
	5	Çok düşük	0.5-1.0	1.7	
	6	Aşırı düşük	<0.5	2.0	
CaCO ₃ (%)	1	Çok az kireçli	0-2	1.4	(ÇEM, 2017)
	2	Az kireçli	2-4	1.7	
	3	Orta kireçli	4-8	2.0	
	4	Kireçli	8-15	1.7	
	5	Çok kireçli	15-30	1.8	
	6	Aşırı kireçli	30-50	1.1	
	7	Kireç toprağı	>50	1.0	
Agregat stabilitesi (%)	1	Zayıf	<25	1.0	Mutlu (2015) ve (Avcı, 2019)
	2	Orta	25 - 50	1.2	
	3	İyi	50 - 75	1.7	
	4	Çok iyi	>75	2.0	
Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	1	Kumlu	<1.40 iyi	1.7	Andrews et al. (2004) ve (Avcı, 2019)
			1.40-1.6 Normal	1.4	
			1.6-1.8 Kötü	1.1	
			>1.80 Çok Kötü	1.0	
	2	Siltli	<1.20 iyi	1.7	
			1.2-1.5 Normal	1.4	
			1.5-1.6 Kötü	1.1	
			>1.60 Çok Kötü	1.0	
	3	Killi	<1.10 iyi	1.7	
			1.10-1.3 Normal	1.4	
			1.3-1.5 Kötü	1.1	
			>1.5 Çok Kötü	1.0	

Çizelge 1. Devamı

Bitkiye yarayırlı su içeriği (%)	1	Kum	4-8	1.1	Andrews et al. (2004) ve (Avcı, 2019)
	2	Silt	8-12	1.2	
	3	Tınlı kum	12-16	1.4	
	4	Kumlu tın	16-20	1.7	
	5	Siltli tın	>20	2.0	
	6	Kil içeriği <%8	<5	2.0	
	1	Kumlu killi tın	5-10	1.1	Andrews et al. (2004) ve (Avcı, 2019)
	2	Kumlu kil	10-15	1.2	
	3	Killi tın	15-20	1.4	
	4	Tın	20-25	1.7	
	5	Siltli killi tın	>25	2.0	
	6	Siltli kil <%60	<6	1.0	
	1	Kil >%60	6-12	1.1	
	2		12-18	1.2	
	3		18-24	1.4	
	4		24-30	1.7	
	5		>30	1.0	

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde

2.2.3. Değişkenlerin Etki Derecelerinin Belirlenmesi (Ağırlıklandırılması)

Minimum veri setlerine dâhil edilen toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri ağırlıklandırılmıştır. Minimum veri seti için seçilen değişkenlerin PCA ile ağırlıklarını belirlemek için ilgili değişkenin yer aldığı temel bileşenin (PC) açıkladığı yüzde varyansı toplam yüzde varyansa bölünerek, söz konusu değişken için ağırlıklar hesaplanmıştır. Şayet aynı PC altında MVS'ye dahil edilen birden fazla değişken var ise, elde edilen ağırlık değeri ilgili değişkenler arasında eşit şekilde paylaştırıldı (Mukherjee and Lal, 2014).

2.2.4. Toprak Kalite İndeksinin Hesaplanması

Temel bileşenler analizi (PCA) sonucu MVS'ne dahil edilen değişkenlerin skorları ile, yine PCA ile elde edilen ağırlık değerleri çarpılmış ve ağırlıklı değerlerin toplamı (Eşitlik 1) ilgili örnekleme noktası için TKİ olarak hesaplanmıştır (Andrews et al., 2004).

$$TKI_{PCA} = (T1 \times X1 + T2 \times X2 + T3 \times X3 + \dots + Tn \times Xn) \quad (1)$$

Eşitlik 1'de: T, MVS'ye dahil edilen değişken; X, ilgili değişken için PCA ile elde edilen ağırlık değeri ve n ise değişken sayısıdır.

2.2.5. Toprak Kalite İndeksinin Uzaysal Yapısının Analizi

Örnekleme noktaları için hesaplanan TKİ değerlerinin çalışma alanındaki uzaysal değişkenliği jeostatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Tipik bir jeostatistiksel analiz, verilerin tanımsal istatistiği, özelliğin uzaysal değişkenliğinin modellenmesi (genellikle semivaryogram analizi yapılır), ve uzaysal enterpolasyon (krigleme) şeklinde 3 aşamadan oluşmaktadır (Isaaks and Srivastava, 1989). Bu çalışmada, TKİ değerlerinin uzaysal değişkenliği semivaryogram kullanılarak modellenmiştir. Modellemede en uygun modelin belirlenmesinde determinasyon katsayısı, en düşük hata kareler toplamı ve en yüksek çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı ölçüt alınmıştır. TKİ değerlerinin uzaysal tahmininde krigleme yöntemi ters mesafenin karesi yöntemine göre daha başarısız olduğundan, TKİ değerlerinin çalışma alanındaki yüzey haritasının oluşturulmasında ters mesafenin karesi yöntemi tercih edilmiştir. Ters mesafe karesi yönteminin tahmin performansının değerlendirilmesinde, model performansı, nispi mutlak hata ve çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı ölçüt alınmıştır. Jeostatistiksel analizler GS+ (versiyon 7) ile yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Çalışma alanında, TKİ değerleri 1.23 (düşük) ve 1.54 (orta) arasında değişmekte olup, ortalama TKİ değeri "orta kaliteyi" göstermektedir. TKİ değerleri, düşük düzeyde değişken olup orta düzeyde sağa çarpık bir dağılım göstermiştir. Çalışma alanı

topraklarında ortalama parçacık büyüklük dağılımı kildir. Tekstür bileşenleri orta düzeyde değişkenlik göstermektedir; silt şiddetli sağa, kil orta düzeyde sola ve kum hafif sola çarpıktır. Çalışma alanında tuzluluk ve alkalilik sorunu olmamakla birlikte, EC için hesaplanan aşırı sağa çarpıklık katsayısı, tuzluluğun belirtisi olan EC değerinin maksimum $1313 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'ye ulaştığı az sayıda lokal alanların varlığına işaret etmektedir (Çizelge 2). Çalışma alanındaki hacim ağırlığı değerleri 0.89 ile 1.80 g cm^{-3} arasında değişmekte olup, ortalama hacim ağırlığı işlenen killi topraklar için beklenen değerden daha yüksektir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

Değişken	En küçük	En büyük	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı	Çarpıklık	Basıklık
TKI	1.23	1.54	1.34	0.057	4.25	0.76	0.87
Kil (%)	35.9	55.9	47.2	4.87	10.3	-0.51	-0.83
Kum (%)	12.5	49.1	34.2	6.23	18.2	-0.39	0.61
Silt (%)	8.40	39.1	18.5	4.56	24.6	1.34	3.76
CaCO ₃ (%)	10.3	72.3	38.1	18.7	49.0	0.27	-1.36
OM (%)	0.16	2.72	1.44	0.59	40.9	-0.08	-0.35
AS (%)	0.37	0.58	48.0	0.04	8.33	-0.48	0.64
TK (%)	20.0	49.4	36.8	8.67	23.5	-0.26	-1.17
SN (%)	4.21	34.5	18.1	6.59	36.4	0.67	-0.26
YSİ (%)	7.00	38.7	18.6	6.81	36.6	0.66	-0.08
pH	7.17	7.84	7.71	0.10	1.30	-2.64	9.97
EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	101.8	1313.0	254.3	177.2	69.6	3.09	13.2
HA (mg m^{-3})	0.89	1.80	1.33	0.20	15.0	0.21	-0.70
TKI	1.31	1.73	1.47	0.09	6.22	-0.58	0.02

AS: Agregat stabilitesi; OM: Organik madde, HA: Hacim ağırlığı; TK: Tarla kapasitesi; SN: Solma noktası; BYSİ: Bitkiye yararlı su içeriği

Elde edilen sonuçların istatistiksel olarak önemli olup olmadığına bakmak için küresellik testi (Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)) kullanılmış olup (Çizelge 3), bu yöntemle göre KMO testi faktörü $>0,5$ olduğu için PCA analizi yapılabilmektedir.

Çizelge 3. KMO test analiz sonuçları.

	TKI
KMO test değeri	0,52
	Ki-kare değeri 39,05
Bartlett Küresellik testi	Serbestlik derecesi 28
	Önem seviyesi 0,08

Çalışma alanında toprak kalitesini en iyi temsil edecek toprak özelliklerini belirlemek için yapılan PCA hesaplamaya dahil edilmesi gereken toprak değişkeni sayısı altıya düşürmüştür. Bu altı değişken üç temel bileşen altında toplanmış olup, bu bileşenler orijinal verilerin toplam varyansının %50.5'ini açıklamaktadır (Çizelge 4).

Toprakların kireç (CaCO₃) içeriği toprak kalitesini olumsuz yönde etkileyecek derecede yüksektir ve yüksek düzeyde değişkendir. Toprakların organik madde içeriği toprak kalitesini olumsuz yönde etkileyecek derecede düşük ve agregat stabilitesi ise genelde düşüktür. Diğer toprak özelliklerinden TK, YSİ, SN ve pH ise toprak kalitesi açısından fazla bir olumsuzluk teşkil etmemektedir.

Çizelge 4. Toprak kalitesi göstergelerinin seçimi için yapılan PCA sonuçları.

Değişkenler	Temel bileşenler (PC)		
	1	2	3
Agregat stabilitesi	0.205	0.495	-0.022
CaCO ₃	0.794	0.056	-0.054
Organik madde	0.231	-0.068	0.662
Tekstür	-0.191	0.789	0.087
Hacim ağırlığı	-0.773	-0.115	-0.143
pH	0.137	0.712	-0.084
Elektriksel iletkenlik	-0.219	0.039	0.694
Bitkiye yararlı su içeriği	-0.049	0.004	-0.506

Aynı PC altında birden fazla değişken olduğundan, değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayısına bakılarak değişkenin gerekli olup olmadığına karar verilmiştir. Böylece değişkenler arasında mutlak dolun değer farkı $<10\%$ olduğundan bu değişkenler veri setinden çıkarılmamıştır.

MVS'ye dahil edilen toprak özelliklerinin çarpanlarının (ağırlık) belirlenmesine ilişkin sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

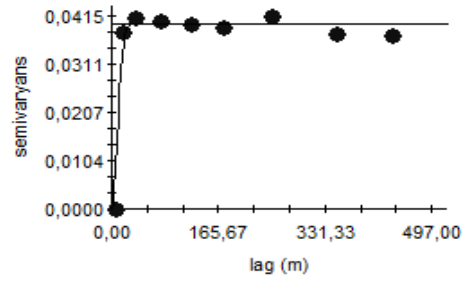
Çizelge 5. PCA yöntemi ile MVS'ne dahil edilen değişkenlerin çarpanlarının belirlenmesi.

Bileşen (PC)	Varyans	Birikimli Varyans (%)	PC altında tanımlanan değişken sayısı	Her bir PC altında MVS'ye dahil edilen değişkenler
1	17,86	17.86	2	CaCO ₃ hacim ağırlığı
2	17,47	35.33	2	Tekstür pH
3	15,20	50.53	2	Organik madde, EC
Toplam %varyans = (17,86x2)+(35,33x2)+(50,53x2)= 101.06				
Değişkenlere verilen ağırlık değerleri				Ağırlık (çarpan)
CaCO ₃	17.86/101.06		0.177	
Hacim ağırlığı	17.86/101.06		0.177	
Tekstür	17.47/101.06		0.172	
pH	17.47/101.06		0.172	
Organik madde	15.20/101.06		0.150	
EC	15.20/101.06		0.150	

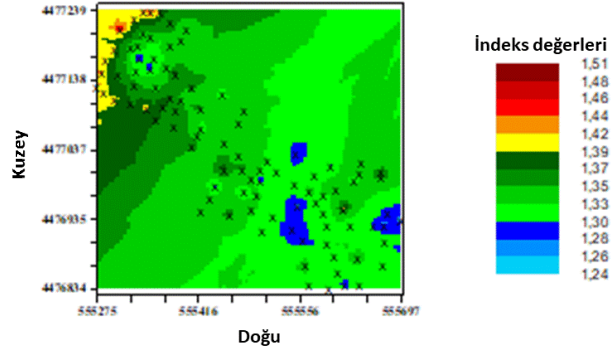
Kosmas et al. (1999)'a göre, TKİ <1.13 ise yüksek kalite; 1.13-1.46 ise orta kalite; TKİ >1.46 ise düşük kalite olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak, Kosmas et al. (1999) çalışmalarında “en düşük en iyidir” seçeneğini kullanmışlardır. Bizim çalışmamızda ise “en yüksek en iyidir” seçeneği kullanılmıştır. Bu durumda, Kosmas et al. (1999) tarafından önerilen eşik değerleri “en yüksek en iyidir” seçeneğine uyarlandığında; TKİ>1,77 ise yüksek kalite, 1.36<TKİ<1.77 orta kalite ve TKİ<1.36 düşük kalite şeklinde modifiye edilmiştir. Çalışma alanının TKİ değerleri 1.33-1.73 arasında değişmekte olup ortalama 1.47'dir, yani orta düzeyde kaliteli grubunda yer almaktadır.

3.2. Jeostatistiksel analizler

Toprak kalite indeksine ilişkin semivaryogram Şekil 2'de ve teorik semivaryograma ilişkin parametreler Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6, deneysel semivaryogramın modellenmesine ilişkin determinasyon katsayısının 0.74 ve RSS değerlerinin oldukça düşük olmasına rağmen, çapraz değerlendirme korelasyon katsayısının tatminkar olmadığını göstermektedir. Ters mesafenin karesi için (r_{CD}) ile karşılaştırıldığında, krigleme r_{CD} değerinin daha düşük olduğu görüldüğünden, TKİ değerlerinin uzaysal enterpolasyonunda ters mesafenin karesi yöntemi tercih edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Toprak kalite indeksine ilişkin semivaryogram



Şekil 3. Ters mesafenin karesi yöntemi ile tahmin edilen toprak kalitesi indeksi değerlerinin çalışma alanında dağılım deseni, “x” örnekleme noktalarını göstermektedir

Çizelge 6. Çalışma alanında toprak kalite indeksi için semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme.

Model	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	Range (m)	Nugget etkisi (%)	R ²	RSS	r _{CD}
Gaussian	0.0001	0.039	21.99	0.25	0.95	1.11x10 ⁻⁴	0.43

4. Tartışma

Çalışma alanı topraklarının ortalama toprak kalitesi “orta” düzeydedir. Kalite indeksinin hesaplanmasına CaCO_3 ve OM içeriği ile HA, toprak tekstürü, pH ve EC dahil edilmiş olup (Çizelge 4), bu özellikler tüm özelliklerdeki toplam değişkenliğin %50’sini temsil edebilmektedir (Çizelge 5). Yani hesaplamada toplam varyansın %50’si temsil edilememiştir. Çalışma alanında ortalama toprak tekstürü “kil” dir. Toprak kalitesi açısından en uygun toprak tekstürünün tın olduğu düşünüldüğünde bu, toprak kalitesinin yüksek değil de orta çıkmış olmasında tekstürün etkisinin önemli olduğunu düşündürmektedir. Çalışma alanı topraklarının su tutma karakteristikleri (TK, SN ve YSİ) tipik bir killi toprağınki ile benzerlik göstermektedir (Çizelge 2) (Koorevaar et al., 1983). Çalışma alanında toprak kalitesini olumsuz etkileyen toprak değişkenlerinden birisi de HA’dır. Çalışma alanı topraklarının ortalama HA değeri beklenenden daha yüksektir. Çalışma alanında hacim ağırlığının 1.80 g cm^{-3} gibi yüksek değerlere çıkmış olması bazı yerlerde sıkışma sebebiyle kök gelişiminin ve toprak kalitesinin olumsuz etkilebileceğini göstermektedir. Toprak kalite indeksinin hesaplanmasına dahil edilen bir diğer toprak özelliği CaCO_3 içeriği olup, toprak kalitesini olumsuz yönde etkileyecek derecede yüksektir (Çizelge 1 ve 2). Kısaca, çalışma alanı topraklarının kalitesini etkileyen toprak değişkenlerinin, HA, tekstür, CaCO_3 içeriği ve OM olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, pH ve özellikle EC’den kaynaklanan olumsuz etkinin önemli olmadığı görülmektedir.

Çalışma alanındaki topraklar genelde orta düzeyde değişkendir (Çizelge 2). Mulla and McBratney (2001) varyasyon katsayısı (VK)’nı esas alarak ilgili toprak özelliğini; $\text{VK} < \%15$ düşük değişken, $\%15 < \text{VK} < \%40$ orta düzeyde değişken ve $\text{VK} > \%40$ ise fazla değişken olarak nitelendirmişlerdir. Bu bağlamda, çalışma alanındaki toprak özelliklerinin genelde düşük-orta değişken olduğu söylenebilir. Webster (2001) çarpıklık katsayısının (ÇK) mutlak değerine göre; şayet bir değişken için $\text{ÇK} < 0.5$ ise dağılımın hafif çarpık olduğu ve normal kabul edilebileceği, $0.5 < \text{ÇK} < 1.0$ ise dağılımın orta düzeyde çarpık olduğu ve $\text{ÇK} > 1.0$ olduğunda ise şiddetli çarpık olduğunu belirtmektedir. Bu durumda, EC ve silt şiddetli sağa; HA ise şiddetli sola çarpık bir dağılım sergilemektedir. Normal dağılım için basıklık değerinin (basıklık katsayısı $-3 = 0$) 0 olduğu düşünüldüğünde (Webster, 2001), pH ve EC dışındaki toprak değişkenlerinin genelde hafif sivri

ya da normale yakın dağılım gösterdikleri, EC ve pH’nın ise yayvan bir dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 2). TKİ değerleri ise düşük düzeyde değişken olup, orta düzeyde sağa çarpık bir dağılım göstermektedir.

TKİ değerlerinin orta düzeyde çarpık olması nedeniyle (Çizelge 2), Webster (2001) tarafından yapılan öneri dikkate alınarak, simvaryogramın modellenmesi ve daha sonra uzaysal enterpolasyon yapılmadan önce TKİ’nin karekök dönüşümü uygulanmıştır. Karekök dönüşümü uygulanan TKİ değerleri için deneysel semivaryogramın modellenmesinde Gaussian model en uygun sonucu vermiştir (Şekil 2 ve Çizelge 6). Gaussian model, orijin yakınlarında parabolik davranır ve daha sonra hızla yükselerek giderek bir sill değerine yaklaşır. Ancak, gerçek bir sill değerine ulaşamaz (Isaaks and Srivastava, 1989).

Şekil 3 incelendiğinde TKİ’nin arazinin güneydoğu tarafında düşük, kuzey batı tarafında ise daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. Arazi gözlemlerimiz, TKİ’nin özellikle eğimin daha fazla ve toprak derinliğinin düşük olduğu lokal alanlarda daha düşük değerler aldığı, tersi durumlarda ise daha yüksek değerler aldığı görülmüştür.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, eğimli, yarı-kurak ve sürekli buğday tarımı altındaki arazileri temsilen belirlenen bir alanda; toprak tekstürü, pH, EC ve HA ile EC ve CaCO_3 içeriğinin toprak kalitesini etkileyen başlıca toprak özellikleri olduğu belirlenmiştir. Özellikle tekstür, OM ve HA’daki olumsuzlukların TKİ’nin “yüksek” değil de “orta” çıkmasında başlıca faktörler olduğu anlaşılmaktadır. Hesaplanan TKİ değerlerinin uzaysal değişim deseni arazi gözlemleri ile karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçların isabetli olduğu anlaşılmıştır. Semivaryogram analizi, çalışılan arazi koşullarında TKİ’nin uzaysal yapısının emniyetle belirlenebilmesi için bu çalışmada kullanılandan çok daha yoğun bir örneklemenin gerekli olduğunu göstermiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- Acir, N., 2014. Kurak ve yarı-kurak bölge topraklarının toprak kalitesinin belirlenmesinde kullanılacak minimum veri setlerinin hazırlanması. Doktora tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A., 2004. The Soil Management Assessment Framework. *Soil Science Society of America Journal* 68, 1945-1962 <https://doi.org/10.2136/sssaj2004>.
- Arshad, M.A., Coen, G.M., 1992. Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. *American Journal of Alternative Agriculture* 7, 1-7. <https://doi.org/10.1017/S0889189300004410.49:123-142>
- Avcı A.S., 2019. Yoğun Tarımsal Üretim Yapıldığı Yukarı Dicle Havzasında Toprak Kalitesinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı.syf.12-25
- Bayram, M., Günal, H., Özgöz, E., 2015. Sürdürülebilir Toprak İşleme Yöntemlerinin Belirlenmesinde Toprak Kalitesi Değerlendirmelerinin Önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 25, 339-346. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236414>. 339-341
- Bayramın, İ., 2003. Beypazarı Topraklarının Medulus Metoduna Göre Toprak Kalite İndekslerinin Belirlenmesi. *HR.Ü.Z.F.Dergisi* 7 (3-4), 29-35.
- Birgili, S, R.Y. and G.U., 2015. Çankiri-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Raporu.
- Blake, G.R., Hardge, K.H., 1986. Bulk Density, in: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, pp. 363-375.
- Budak, M., Gunal, H., Celik, I., Yildiz, H., Acir, N., Acar, M., 2018. Soil quality assesment of upper Tigris basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 13, 301-316. <https://doi.org/10.26471/cjees/2018/013/026>, 301-302.
- ÇEM, 2017. Türkiye Çölleşme Modeli, Teknik Özet, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Doran, J.W., Jones, A.J., Doran, J.W., Parkin, T.B., 1996. Quantitative Indicators of Soil Quality: A Minimum Data Set. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub49.c2>, 35,3-3.
- Everest, T., Sungur, A., Özcan, H., 2020. Medulus Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7, 120-131. <https://doi.org/10.30910/turkjans.680030>, syf 121-122.
- Gee, G., Boudier, J., 1986. Particle Size Analysis, in: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, pp. 383-411.
- Hendershot, W.H., Lalonde, H. ve Duquette, M., 1993. *Soil Reaction and Exchangeable Acidity*. Canadian Society of Soil Science, CRC Pres Inc. Boca Raton, Florida. USA.
- Isaaks, H., Srivastava, R., 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- Janzen, H.H., 1993. Soluble Salts in Soil Sampling and Methods of Analysis. In Carter M.R. (ed), *Canadian Society of Soil Science*, CRC Pres Inc. Boca Raton, Florida. USA.p:161-166
- Kacar, B. ve İnal, A., 1998. Bitki Analizleri. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241; Fen Bilimleri: 63, (I. Basım) Ankara.
- Karlen, D.L., Hurley, E.G., Andrews, S.S., Cambardella, C.A., Meek, D.W., Duffy, M.D., Mallarino, A.P., 2006. Crop rotation effects on soil quality at three northern corn/soybean belt locations. *Agronomy Journal* 98, 484-495. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0098>, 291-299
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E., 1997. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation (A Guest Editorial). *Soil Science Society of America Journal* 61, 4-10. <https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x>, 61:4-10
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distributlon, in: A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, pp. 425-442.
- Klute, A., Cassel, D., Nielsen, D., 1986. Field capacity and available water capacity, in: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Modision, pp. 901-926.
- Koca, Y.K., Acar, M., Turgut, Y.Ş., 2019. Tarım topraklarının jeoistatistiksel modelleme ile kalitesinin değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 23, 489-499. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.556103>
- Koorevaar, P., Menelik, G., Dirksen, C., 1983. *Elements of Soil Physics*, 1st ed. Elsevier, Wageningen.
- Kosmas, C., Ferrara, A., Briasouli, H., Imeson, A., 1999. Methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAs) to desertification. In: Kosmas, C., Kirkby, M., Geeson, N. (Eds.), *The Medulus Project: Mediterranean Desertification and Land Use. Manual on Key Indicators of Desertification and Mapping Envi*, in: European Union 18882.1-20.
- Kosmas, C., Tsara, M., Moustakas, N., Kosma, D., Yassoglou, N., 2006. Environmentally Sensitive Areas and Indicators of Desertification. *Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue*. https://doi.org/10.1007/1-4020-3760-0_25

- Mukherjee, A., Lal, R., 2014. Comparison of soil quality index using three methods. *PLoS ONE* 9, 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>.
- Mulla, D.J., McBratney, A.B., 2001. Soil spatial variability, in: A.W. Warick (Ed.), *Soil Physics Companion*, pp 343-375. <https://doi.org/10.1081/enr-120047495.321-355>
- Mutlu, N., 2015. Yarı Kurak Bir Bölgede Çölleşmenin İzlenmesini Sağlayacak Göstergelerinin Belirlenmesi ve Haritalanması. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak bilimi ve bitki Besleme Bölümü, Tokat.
- Nakajima, T., Lal, R., Jiang, S., 2015. Soil quality index of a crosby silt loam in central Ohio. *Soil and Tillage Research* 146, 323-328. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.10.001>.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter, in: Page, A.L., Miller, R., Keeney, D. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, pp. 539-579.
- Nortcliff, S., 2002. Standardisation of soil quality attributes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88, 161-168. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00253-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00253-5)
- Özulu, M., Özyaytekin, H., Uyanöz, R., 2006. Toprak kalitesinin değerlendirilmesinde farklı yaklaşımlar. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20, 1-8.
- Parr, J.F., Hornick, S.B., Meyer, R.E., Papendick, R.I., 1992. Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* 7, 5-11. <https://doi.org/10.1017/S0889189300004367>.
- Raiesi, F., 2017. A minimum data set and soil quality index to quantify the effect of land use conversion on soil quality and degradation in native rangelands of upland arid and semiarid regions. *Ecological Indicators* 75, 307-320. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.049>.
- Sağlam, M., Dengiz, O., 2013. Kimyasal Toprak Kalite Göstergelerinin Faktör ve Jeostatistik Analiz Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 50, 1871-190.
- Shukla, M.K., Lal, R., Ebinger, M., 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil and Tillage Research* 87, 194-204. <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.03.011>.
- Solgi, A., Pourhaghi, A., Bahmani, R., Zarei, H., 2017. Improving SVR and ANFIS performance using wavelet transform and PCA algorithm for modeling and predicting biochemical oxygen demand (BOD). *Ecohydrology and Hydrobiology* 17, 164-175. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2017.02.002>.
- Süenal, S., 2018. Yarı-Kurak Orta Anadolu Koşullarında Tepe-eğim hidropedolojisi. Doktora tezi, ÇAKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1986. Application of Geostatistics to Spatial Studies of Soil Properties. *Advances in Agronomy* 38, 45-94. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60673-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60673-2).
- Veum, K.S., Sudduth, K.A., Kremer, R.J., Kitchen, N.R., 2017. Sensor data fusion for soil health assessment. *Geoderma* 305, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.05.031>.
- Webster, R., 2001. Statistics to support soil research and their presentation. *European Journal of Soil Science* 52, 330-340. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2001.00383.x>

Bazı Bitkilerin Rüzgar Erozyonuna Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi: Çankırı Örneği

Ö.B. Timur^{1*}, A.U. Özcan¹, U.P. Timur¹, H. Çelem², H. Perçin² M. Başaran³

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

² Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

* İletişimden sorumlu yazar (obtimur@karatekin.edu.tr)

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 9 Ağustos 2020

Kabul Tarihi : 14 Eylül 2020

*Sorumlu Yazar:

ozgurtim@hotmail.com

0000-0003-0626-3031

ÖZ

Dünyada rüzgar ile toprak partiküllerinin taşınması ve çökmesi, çevre için önemli bir işlem olmasının yanı sıra, ciddi boyutlarda çevresel problem olarak da kabul edilmektedir. Atmosferik partiküler madde olarak isimlendirilen ve boyutları 100 mikrometre (μm)’den küçük mineral (toprak kökenli) ve organik (bitki kökenli) partiküllerin atmosferdeki yoğunluğunun artması, önemli sağlık sorunlarına da neden olmaktadır. Tozun engellenmesinde, iki ana yöntem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi tozun ana kaynağında yok edilmesi, ikincisi de yapısal ve bitkisel yöntemlerle, rüzgar hızını azaltarak bitki yapraklarının toz tutma özelliğinden yararlanılması ile engellenmesidir.

Bu çalışma için Çankırı Karatekin Üniversitesi Uluyazı Kampüsü sınırları içerisinde yer alan alanlarda *Robinia pseudoacacia* (Yalancı akasya), *Acer negundo* (Akçaağaç), *Berberis thunbergii* (Kadıntuzluğu) ve *Ligustrum vulgare* (Kurtbağrı) türleri ile dört farklı rüzgar perdesi kurulmuştur. Her bir rüzgar perdesinin önüne ve arkasına hakim rüzgar yönüne 1 ve 30 metre mesafede toplam altışar adet BEST tuzak (Basaran ve Erpul Sediment Tutucu) yerleştirilmiştir. Ölçümler iki yıl süresince Mart-Eylül ayları arasında on beş günlük dönemlerde gerçekleştirilmiştir. Dört farklı rüzgar perdesinin de ciddi şekilde tozu azalttığı belirlenmiş olup, özellikle *Acer negundo* – *Berberis thunbergii* ‘den oluşan rüzgar perdesinin 1m arkasında tozun %37’sini, 30m arkasında tozun %40’ını engellediği tespit edilerek, etkinliğinin diğerlerine göre yüksek olduğu hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, toz engelleme çalışmalarında bitki seçimi için bir başlangıç olması açısından önemlidir. Çalışma daha sonra yapılacak toz perdesi olarak kullanılabilir bitki seçimi çalışmalarında yöntem açısından kılavuz niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: BEST, rüzgar erozyonu, rüzgar perdesi, yarı kurak bölge

Determination of Effectiveness of Some Species of Plants Against Wind Erosion; Çankırı Case

ABSTRACT

Transport and precipitation of soil particles by the wind are important activities for the environment and they are also considered to be a considerable environmental problem in the world. The increase in the density of the small mineral (soil borne) and organic (phytogenetic) particles, which are called atmospheric particular matters and the sizes of which are smaller than 100 micrometer (μm), in the atmosphere cause important health problems. There are two main methods in prevention of dust. The first one is preventing the dust in its main source, for example, in the filters of the industry, and the second one is preventing it with structural and herbal methods by decreasing the wind speed and taking the advantage of the plants’ dust collection qualities. For this study, four different shelterbelt was built in the structure of tree-shrub from the species of *Robinia pseudoacacia* (Black locust), *Acer negundo* (Boxelder Maple),

Bu makaleye atf:

Timur, Ö.B., Özcan, A.U., Timur, U.P., Çelem, H., Perçin, H., Başaran, M., 2020. Bazı Bitkilerin Rüzgar Erozyonuna Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi: Çankırı Örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(1): 39-46.

Berberis thunbergii (Japanese barberry) ve *Ligustrum vulgare* (Wild privet) on the areas located in the Uluyazı Campus of Çankırı Karatekin University. Six BESTs (Basaran and Erpul Sediment Trap) in total was established behind and in front of the shelterbelt in the direction of predominant wind on 1 and 30 meters heights. Dusts were collected every 15 days and measurements were carried out between March-September for two years. It was detected that four different shelterbelt reduced the dust successfully, and that the shelterbelt consisting of *Acer negundo* - *Berberis thunbergii* prevented 37% of the dust at 1 m behind and 40% of the dust behind 30 m, and it was found that its performance was greater than the others. The data were important for plant selection studies for the purpose of dust prevention studies. The study is a guideline in terms of method in plant selection studies that can be used as a dust prevent.

Keywords: BEST, Semi-arid area, Shelterbelt, Wind erosion.

1. Giriş

Erozyonun başlıca nedeni, toprağı koruyan bitki örtüsünün tahrip edilmesidir. Arazi eğimi, toprak yapısı, yıllık yağış miktarı, iklim faktörleri, bitki örtüsü, toprak ve bitkiye yapılan çeşitli müdahaleler, erozyonun şiddetini belirleyen öğelerdir. Dünyanın birçok yerinde önemli bir problem olarak görülen rüzgâr erozyonu ise özellikle kuru ve yarı kuru iklimlere sahip bölgelerde büyük bir tehlike arz etmektedir. Rüzgâr erozyonu, su erozyonu gibi geniş alanlarda etkili olabilmekte ve daha fazla toprağın taşınmasını sağlamaktadır. Dünyada rüzgar ile toprak partiküllerinin taşınması ciddi boyutlarda çevresel problem olarak da kabul edilmektedir (Niemeyer et al., 1999; Goossens and Riksen 2007).

Atmosferik partiküler madde olarak isimlendirilen ve boyutları 100 mikrometre (μm)'den küçük mineral (toprak kökenli) ve organik (bitki kökenli) partiküllerin atmosferdeki yoğunluğunun artması önemli sağlık sorunlarına da neden olmaktadır. Bunlar deri ve gözlerde tahribat ve en önemlisi de PM10 (partikül madde $< 10 \mu\text{m}$) yoğunluğundaki artışın akciğer ve deri kanseri riskini önemli oranda arttırması olarak sıralanabilir (McDuffie et al., 1989; Doelman et al., 1990; Schenker et al., 1993). Bununla beraber rüzgar erozyonu ile taşınan toprak partikülleri, beraberinde birçok tehlikeli kimyasal maddeyi kaynağından, kilometrelerce uzağı taşıyabilmektedir (Goudie and Watson, 1984; Middleton et al., 1986).

Atmosferik tozların, çöller, kuru göl yatakları, tarım alanları, açık maden ocakları, stabilize yollar ve inşaat alanları gibi farklı kaynakları olmasına rağmen, taşınması aynı mekanizma ile gerçekleşmektedir. Rüzgar gücü ile dönerek sıçrayan iri partiküllerin toprak yüzeyine çarpması sonucu, ince tozlar atmosfere yayılmakta ve rüzgar ile taşınan partiküller 1mm boyutuna kadar ulaşabilmektedir. Uzak mesafelere ise sadece $100\mu\text{m}$ 'den daha küçük partiküller taşınabilmektedir (Zobeck and Van Pelt, 2006).

Rüzgâr erozyonuna karşı alınacak kontrol önlemleri, rüzgâr gücünün etkisini azaltmaya veya toprak direncini arttırmaya ya da her ikisine yöneliktir. Bir rüzgâr perdesi, genellikle rüzgâr hızını azaltan yapı olarak tanımlanır ve yaygın

olarak rüzgâra karşı duran bariyerler ile ilişkilendirilir. Rüzgâr perdesi sadece sistemin kendisinde değil rüzgârla aynı yön ve rüzgâra karşı yönlerdeki belirli mesafelerde rüzgâr hızının etkisini, havanın akış yönünde bulunması ile azaltan tek bir element veya sistem olabilir. Rüzgar hızını ve türbülans yoğunluğunu azaltma açısından rüzgar perdelerinin etkinliğı, boşluğu, boşluk dağılımı, şekli, yüksekliğı ve genişliğı ile ilişkilidir. Ayrıca, serbest rüzgar hızı ve yüzey pürüzlülüğü de rüzgar kıranların performansını etkiler (Banzhaf et al., 1992).

Rüzgâr perdesi olarak kullanılan vejetatif sistemler rüzgârın yönünü, hızını ve şiddetini azaltarak rüzgara karşı ve rüzgarla aynı yöndeki rüzgar etkisi altındaki alanların çevresel koşullarının değişimini sağlarlar. Rüzgar perdesinin başarısı, tür seçimi, bitkilendirme tekniğı ve boşluk oranı ile ilişkilidir. Bozulmuş alanlarda yeniden bitkilendirme deseninin yapılabilmesi için kullanılan vejetasyonun, rüzgarla taşınan sediment miktarı üzerine etkisinin bilinmesine rağmen, bu konudaki çalışmalar yeterli değildir (Burri et al., 2011). Bunun nedeni ise tarla koşullarında, deneme süresi boyunca, vejetasyonun, iklim parametrelerine bağılı olarak değişime uğraması ve toprak özelliklerinden etkilenmesi nedeni ile elverişli izolasyonun sağlanamaması ve kontrollü koşulların oluşmamasıdır.

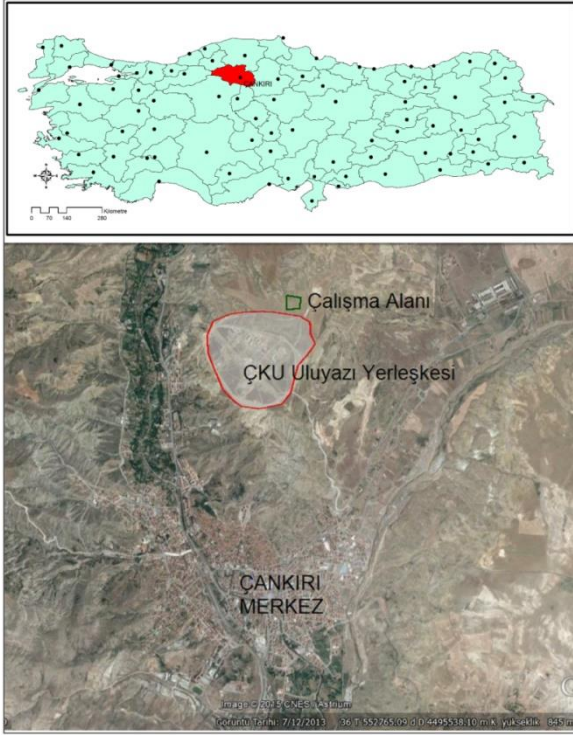
Bu çalışmanın amacı, yarı kurak bir iklimlere sahip Çankırı koşullarındaki alanlarda; dört farklı ağaç ve çalının farklı kombinasyonlarıyla tesis edilen aynı tip bitki perdelerinin rüzgar erozyonu üzerindeki etkilerinin BEST (Başaran Erpul Soil Trap) tuzaklar kullanılarak ortaya konulması ve kullandığımız hangi ağaç ve çalı kombinasyonunun rüzgarla taşınan toprak miktarının azaltılmasında daha etkili olduğunun belirlenmesidir.

2. Materyal - Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak, Çankırı İli Merkez İlçesinde Çankırı Karatekin Üniversitesi yerleşkesinin olduğu Uluyazı mevkiindeki alanlar kullanılmıştır (Şekil 1). Bölgenin ana kayasını jips oluşturmaktadır. Topraklar ağırlıklı olarak kumlu-

siltli ve kumlu, 7,8-8,3 pH, ortalama %10 kireç ve düşük organik maddeye sahiptir. Çankırı'nın yıllık ortalama yağışı 393,9 kg/m², hakim rüzgarın hızı ortalama 13.97 m sn⁻¹ ve rüzgarın geliş yönü kuzeybatıdır.



Şekil 1. Çalışma alanını gösterir Google Earth uydu görüntüsü.

2.2. Canlı perde desenleri

Toz perdesi olarak kullanılacak bitkilerin bir listesi olmadığından, öncelikle tuzlu topraklara, kurak iklime, kirlı havaya dayanabilen ve rüzgar perdesi olarak kullanılan ağaç ve çalı türleri belirlenmiştir (Ürgenç, 1998). Daha sonra bu türler içerisinde İç Anadolu iklimine, toza ve kirlı havaya dayanıklı olmayan türler çıkarılmıştır. Ortama çabuk adapte olabilecek ve hızlı büyüyen türler arasında, yaprak altı daha tüylü olan 2 ağaç ve 2 çalı türü (*Acer negundo* - Akçaağaç, *Robinia pseudoacacia* - Yalancı akasya, *Ligustrum vulgare* - Kurtbağrı, *Berberis thunbergii* – Kadıntuzluğu) seçilmiştir.

Bitkilerin ne kadar toz engellediğini bulabilmek için, deneme alanında hakim rüzgar yönüne göre ağaç-çalı grubundan oluşan bitkisel perdeler dikilmiş (Şekil 2) ve 2 yıl boyunca ölçümler yapılmıştır. Oluşturulan rüzgar perdesinin boşluğu yaklaşık 0.50 m²m⁻²'dir.



Şekil 2. Bitkisel perde (Timur, 2012).

2.3. Ölçüm yöntemleri

Bitkisel çitlerin önünde ve arkasında bulunan toz miktarının ölçülmesi için sabit direkler kullanılmıştır. Sabit direk kullanılması nedeni, bitki perdesinin sabit bir yönden gelen rüzgarla taşınan tozu ne kadar engelleyebildiğini hesaplayabilmektir. Bitki perdelerinin uzak mesafelerde toz engelleme oranının belirlenebilmesi için, perdelerin 1m önünde ve 1m arkasında bulunan direklere ek olarak ağaç boyunun 3 metre olmasından dolayı ağaç borununun 10 katı mesafeye 30 metre önüne ve arkasına birer direk daha kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Toz ölçüm direkleri (Timur, 2012).

Sediment ölçümlerinde farklı boyutlardaki tanecikleri %90'a kadar yüksek etkinlikte tutabilen BEST (Başaran ve ark., 2011) tuzakları kullanılmıştır (Şekil 4). Tutulan toz miktarının, alındığı yükseklikle (d) çarpımının integrali ile direktten geçen gerçek toplam toz miktarı

belirlenmiştir. Araştırmada sediment ktle taşınma oranı (SKTO) (Qr , $g m^{-1}$) tuzakların yerleştirildiği farklı ykseklikler (30, 60, 90, 120, 150 ve 180 cm) iin qz 'nin uyumu ile hesaplanmıştır (Eř. [1]).

$$Qr = \int_0^h q_z dz \quad (1)$$

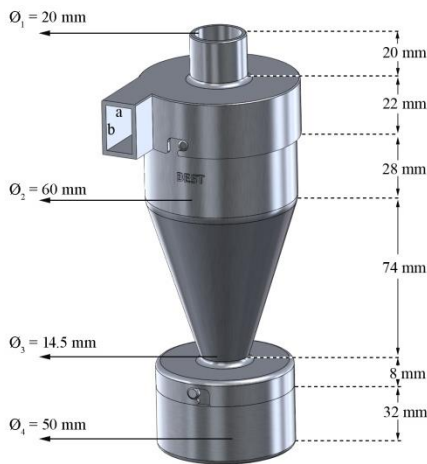
Formlde qz , z yksekliğinde oluln SKTO, h ise maksimum taşınma yksekliğini gstermektedir. Yksekliğe gbre BEST ile oluln birim tuzak giriş ağzındaki tanecik miktarları (qz , $g m^{-2}$) e-sayılu uestel azalan regresyon denklemleri (Eř. [2]) ile modellenmiş ve gercek taşınan sediment miktarı trapez yntemi veya yaklaşımı ile hesaplanmıştır.

$$q_z = q_0 e^{-\alpha} \quad (2)$$

Eşitlikte q_0 , $z=0$ yksekliğinde modellenen SKTO ($g m^{-2}$), α ise regresyon denkleminin eğim faktörünü gstermektedir (m^{-1}). Hesaplamalarda BEST'nin etkinliği ortalama olarak 0,80 alınmış (Basaran ve ark. 2011) ve toplam SKTO (Qt) aşağdaki formülle hesaplanmıştır ($kg m^{-1}$):

$$Qt = \left(\frac{Qr}{\eta}\right)L \quad (3)$$

Eşitlikte η , tuzak etkinliğini (0,80), L , oluln yapılan parsel genişliğini (her bir oluln direği iin 1 m genişlik esas alınmıştır).



Şekil 4. BEST tuzak (Timur, 2012).

2.4. İstatistik analizleri

Deneme alanındaki bitkilerin ve tuzakların birbiriyle ilişkili olup olmadığını anlamak iin istatistiksel yntemlere başvurulmuş, bitkilerin önünden ve arkasından alınan veriler, tesadüf blokları deneme tertibinde $2 \times 2 \times 6$ faktöriyel düzende

Minitab16 programıyla Varyans analizi ile değerlendirilmiş, değerlendirme sonuçlarına MSTAT_C programı ile %1 önem düzeyinde yapılan Duncan testi uygulanmıştır.

3. Bulgular

Toz oluln direkleri üzerinde altı değişik ykseklikte bulunan BEST tuzaklarda yakalanan tozlar on beş gün aralıklarla toplanmış, laboratuvarında analiz edildikten sonra hesaplamalar gercekleştirilmiştir. Genel olarak bütün rüzgar perdelerinde; perdenin önünde taşınan sediment maksimuma ulaşmaktadır. Rüzgar perdelerinin arkasında 1. metrede ortalama taşınan sediment Akçaağaç-Kurtbağrı perdesinde %38, Akçaağaç-Kadıntuzluğu perdesinde %47, Yalancı akasya - Kurtbağrı perdesinde %32 ve Yalancı akasya - Kadıntuzluğu perdesinde %37 oranında azalmıştır. Rüzgar perdelerinin 30 metre arkasında ise Akçaağaç-Kurtbağrı perdesinde %41, Akçaağaç-Kadıntuzluğu perdesinde %51, Yalancı akasya - Kurtbağrı perdesinde %37 ve Yalancı akasya-Kadıntuzluğu perdesinde %45 oranında azaldığı hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Ayrıca detaylı olarak rüzgar perdelerinin farklı yksekliklerdeki taşınan sediment miktarı hesaplanmış ve Yalancı akasya-Kadıntuzluğu rüzgar perdesinin, Akçaağaç-Kadıntuzluğu rüzgar perdesinin, Yalancı akasya-Kurtbağrı rüzgar perdesinin ve Akçaağaç -Kurtbağrı rüzgar perdesinin önünde ve arkasında 30-60-90-120-150 ve 180cm ykseklikteki toz oranlarının değişimleri yüzdesel olarak belirlenmiştir (Çizelge 2, 3, 4, 5).

Çizelge 1. Farklı rüzgar perdelerinde taşınan sediment miktarı değerleri

Bitki Perdesi	Ölçüm No	Taşınan sediment miktarı ($gr m^{-2}$)		
		Ön 1 m	Arka 1 m	Arka 30 m
Akçaağaç-Kurtbağrı	1	208.33	127.60	121.53
	2	170.00	105.00	97.2
	3	218.33	136.11	131.67
	Ort	198.33	122.91	116.81
Akçaağaç Kadıntuzluğu	1	188.89	116.67	99.44
	2	165.56	77.78	77.78
	3	220.00	108.33	103.89
	Ort	191.48	100.93	93.70
Yalancı akasya Kurtbağrı	1	235.00	160.56	148.89
	2	191.67	130.00	121.11
	3	258.33	176.67	162.22
	Ort	228.33	155.74	144.07
Yalancı akasya Kadıntuzluğu	1	188.89	116.67	99.44
	2	155.00	94.44	81.11
	3	195.00	128.33	114.44
	Ort	179.63	113.15	98.33

Yalancı akasya – Kadıntuzluğu perdesinin 1m önündeki direkte 90-150 ve 180cm yüksekliklerde toz miktarında artışlar olduğu görülmektedir. 1m arkasındaki direkte 30-60-120-150-180cm yüksekliklerdeki toz miktarlarında gözle görülür azalma gözlemlenmektedir. 30m arkasındaki direkte ise toz miktarının ilk direğe göre azalma gösterdiği yükseklikler 30-120-150-180cm yükseklikleridir (Çizelge 2).

Akçaağaç – Kadıntuzluğu perdesinin 1m önündeki direkte 60-90-120-150-180cm yüksekliklerde toz miktarında artışlar olduğu görülmektedir. 1 m arkasındaki direkte 30-60-90-120-150cm yüksekliklerdeki toz miktarlarında gözle görülür azalma gözlemlenmektedir. 30m arkasındaki direkte ise toz miktarının ilk direğe göre azalma gösterdiği yükseklikler 30-90-120-150cm yükseklikleridir (Çizelge 3).

Yalancı akasya – Kurtbağrı perdesinin 1m önündeki direkte 30-60-90-120-150cm yüksekliklerde toz miktarında artışlar olduğu görülmektedir. 1m arkasındaki direkte 30-60-120-150cm yüksekliklerdeki toz miktarlarında gözle görülür azalma gözlemlenmektedir. 30m arkasındaki direkte ise toz miktarının ilk direğe göre azalma gösterdiği yükseklikler 30-120-150-180cm yükseklikleridir (Çizelge 4).

Akçaağaç – Kurtbağrı perdesinin 1m önündeki direkte 60-90-120-150-180cm yüksekliklerde toz miktarında artışlar olduğu görülmektedir. 1m arkasındaki direkte 30-60cm yüksekliklerdeki toz miktarlarında gözle görülür azalma gözlemlenmektedir. 30m arkasındaki direkte ise toz miktarının ilk direğe göre azalma gösterdiği yükseklikler 30-60-180cm yükseklikleridir (Çizelge 5).

Çizelge 2. *Robinia pseudoacaccia* Yalancı akasya – *Berberis thunbergii* Kadıntuzluğu rüzgar perdesinin 1m ve 30m arkasındaki ölçüm değerlerinin değişiminin aritmetik ortalaması.

Ölçüm yüksekliği (cm)	Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ortalama (%)	
	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre
30	-4	-26	-9	-27	-6	-23	-6	-25
60	-11	-5	-13	-6	-8	-4	-10	-5
90	19	11	23	14	20	13	20	13
120	-45	-55	-39	-50	-43	-48	-43	-51
150	-36	-43	-41	-45	-32	-39	-36	-43
180	-3	-32	-4	-32	-03	-27	-4	-30
Değişim	-12	-25	-13	-25	-11	-20	-12	-24

Çizelge 3. *Acer negundo* Akçaağaç – *Berberis thunbergii* Kadıntuzluğu rüzgar perdesinin 1m ve 30m arkasındaki ölçüm değerlerinin değişiminin aritmetik ortalaması.

Ölçüm yüksekliği (cm)	Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ortalama (%)	
	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre
30	-74	-48	-70	-46	-70	-52	-71	-49
60	-35	-13	-39	-17	-29	-18	-34	-16
90	-9	-38	-11	-30	-6	-31	-8	-33
120	-50	-50	-52	-43	-47	-47	-50	-47
150	-32	-55	-33	-50	-35	-50	-33	-52
180	39	-33	36	-29	0	-30	25	-31
Değişim	-37	-41	-38	-38	-38	-40	-37	-40

Çizelge 4. *Robinia pseudoacaccia* Yalancı akasya – *Ligustrum vulgare* Kurtbağrı rüzgar perdesinin 1m ve 30m arkasındaki ölçüm değerlerinin değişiminin aritmetik ortalaması.

Ölçüm yüksekliği (cm)	Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ortalama (%)	
	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre
30	-15	-28	-16	-26	-12	-25	-14	-26
60	-11	-6	-10	-3	-13	-10	-11	-6
90	12	8	15	10	14	10	14	9
120	-11	-22	-5	-18	-7	-20	-7	-20
150	-18	-23	-19	-25	-14	-21	-17	-23
180	-3	-14	-9	-17	-7	-18	-6	-16
Değişim	-9	-16	-9	-15	-8	-15	-9	-15

Çizelge 5. *Acer negundo* Akçaağaç – *Ligustrum vulgare* Kurtbağrı rüzgar perdesinin 1m ve 30m arkasındaki ölçüm değerlerinin değişiminin aritmetik ortalaması.

Ölçüm yüksekliği (cm)	Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ölçüm (%)		Ortalama (%)	
	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre	1 metre	30 metre
30	-41	-30	-38	-36	-43	-34	-41	-33
60	-5	-8	-10	-13	-14	-9	-10	-10
90	-5	-19	-6	-12	-4	-20	-5	-17
120	0	-22	11	-21	0	-22	4	-22
150	-11	-22	-14	-21	-14	-23	-13	-22
180	-5	-15	-6	-12	-4	-9	-5	-12
Değişim	-16	-20	-15	-22	-18	-21	-17	-21

4. Tartışma

Genel olarak, bitki örtüsü çıplak olan alanlarda, rüzgarın etkisiyle toprak tanecikleri harekete geçer ve rüzgar hattında enerjiyi kesebilecek engelle karşılaşmazsa, belirli bir mesafeden sonra en yüksek orana ulaşmaktadır. Bitki örtüsü, taşınan taneciklerinin geçişini engellediği için, rüzgar yönünün sınırından aşağıya doğru, taşınan sediment miktarında bir azalma olur (Fryrear et al., 1998). Çalışmada tuzak orta yüksekliğinde tutulan sediment miktarının diğerlerine göre daha yüksek olduğu hesaplanmıştır. Bu da rüzgar perdesinin porozitesinin orta kısımlarda daha fazla olmasıyla açıklanabilir. Ama genel itibari ile Chen et al. (1995), Gash (1986), Irvine et al. (1997), Wuyts et al. (2008) ve Erpul et al. (2012)'nin rüzgar perdeleri ve toprak taşınımı ile yapmış oldukları çalışmalarda ulaştıkları rüzgar yönünde yukarıya doğru olan sınırdaki bitki örtüsünün toprak tutma kapasitesi artmaktadır bulgusuyla çalışmamız örtüşmektedir.

Rüzgar perdelerinin etkinliği genel olarak bitki yüksekliğinin 10-20 katı olarak kabul edilmektedir (Cornelis and Gabriels, 2005). Bu çalışma ağaçların yüksekliğinin 10 katı mesafede rüzgarla toprak taşınmasında etkin bir koruma sağladığını göstermiştir.

Toz engelleyici bitkiler içinde çok fazla araştırma olmamasına rağmen yine de birkaç yakın çalışma bulunmaktadır. Prajapati and Tripathi (2006), yapmış oldukları çalışmada *Ficus religiosa* (Kutsal İncir Ağacı), *Ficus benghalensis* (Hint Banyan Ağacı), *Mangifera indica* (Hint Mangosu), *Dalbergia sissoo* (Hint Gülağacı), *Psidium guajava* (Elma Guava) ve *Dendrocalamus strictus* (Demir Bambu) türlerinin toz absorpsiyonunda önemli türler olduğunu belirlemişlerdir. Thuyet et al., (2014) iki tür rüzgar perdesinin (*A. auriculiformis* ve *C. equisetifolia*), rüzgar hızını %70 oranında

azaltmada *A. auriculiformis* türünün 135 metrede etkili olduğunu fakat *C. equisetifolia* türünün sadece 85 metrede etkili olduğunu bildirmiştir. Çin'de farklı desenlerdeki (130×300 m, 260×300 m, and 300×400 m grid) Çin Kavağı (*Populus simonii* Carr.) rüzgar perdelerinin 0-20cm'de rüzgar kontrollerinin %20-52 arasında olduğu ve rüzgar perdeleri arasındaki mesafenin artması ile birlikte rüzgarın etkinliğinin de arttığı belirlenmiştir (Bao, 2011). Araştırma Çankırı İl'inde gerçekleştirildiği için İç Anadolu bölgesi iklimine uygun türlerden tozu tutmaya en elverişli olduğu düşünölen bitkiler seçilerek denemeler gerçekleştirilmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada bitki seçiminde gerekli araştırmalardan sonra İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan alanımız için, bölge iklimine uygun, rüzgar perdesi olarak kullanılabilir türler belirlenmiş, bu türler arasından yaprak altı tüylerle kaplı olan bitkilerin atmosferik tozu önemli ölçüde tutması gerektiği düşünölenek kullanılabilir bitki listesi oluşturulmuştur. Bitkilerin gelişme ve adaptasyon hızı da dikkate alınarak, denemeler için 2 ağaç ve 2 çalı türü seçilmiştir. *Acer negundo* (Akçaağaç), *Robinia pseudoacacia* (Yalancı akasya), *Ligustrum vulgare* (Kurtbağrı) ve *Berberis thunbergii* (Kadıntuzluğu) Çankırı koşullarında toz perdesi olarak en uygun türler olarak düşünölmüştür. Ağaç - çalı şeklinde değişik alanlarda hazırlanan toz perdelerinin önünden ve arkasından 30m ve 1m mesafelerde yapılan toz ölçümleri ile hangi ağaç - çalı grubunun tozu en fazla tuttuğu belirlenmiştir. Dört farklı rüzgar perdesinin de ciddi şekilde tozu azalttığı belirlenmiş olup, özellikle *Acer negundo* – *Berberis thunbergii*'den oluşan rüzgar perdesinin etkinliğinin diğerlerine göre yüksek olduğu hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda Çankırı İli'nde toz engelleme çalışmalarında *Acer negundo* – *Berberis thunbergii* 'den oluşan rüzgar perdesini kullanmanın maksimum faydayı sağlayacağı belirlenmiştir. Hakim rüzgar yönüne dik istikamette ve yol kenarlarında kullanılacak rüzgar perdeleri, araç yollarından kaynaklanan tozu önemli ölçüde engelleyecektir. Tarım alanlarında da yine hakim rüzgar yönüne dik olarak belirli aralıklarla tekrarlayan rüzgar perdesi yapılması, hem tarım alanlarından kaynaklanan tozun azaltılmasını sağlarken hem de rüzgarın toprağı kurutmasını engelleyerek tarım alanlarında verimin artmasını sağlayacaktır.

Rüzgar erozyonunun engellenmesi için canlı rüzgar perdeleri önem arz etmektedir. Canlı rüzgar perdelerinin etkinliklerinin belirlenmesi ile ekonomik ve ekolojik olarak daha etkin koruma yapılacağı aşikardır. Rüzgar perdelerinin boşluğu, boyu, genişliği ve şeklinin rüzgar ve taşınan materyal üzerindeki etkinliklerinin de bütünlük olarak daha fazla çalışılması gerekmektedir.

Bilgilendirme

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen 10B4347002 numaralı “Yerleşim Alanlarında Bitkisel Materyalle Toz Engelleme Çalışmaları: Çankırı Örneği” başlıklı proje kapsamında yapılmıştır. Makalenin bir kısmı II. Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

Kaynaklar

Banzhaf, J., leihner, D.E., Buerkent, A., Serafini, P.G., 1992. Soil Tillage and Windbreak Effects on Millet and Cowpea: I. Wind Speed, Evaporation, and Wind Erosion. *Agronomy Journal*. 84(6), 1056-1060.

Bao, 2011. Notice of Retraction Effects of Shelterbelts on Wind Erosion Control in the Desertified Cropland of North-Western Shandong Province, China, 2011. 2011 5th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE), 10-12 May 2011, China.

Başaran M., Erpul G., Uzun O., Gabriels D., 2011. Comparative efficiency testing for a newly designed cyclone type sediment trap for wind

erosion measurements. *Geomorphology*. 130(3-4), 343-351.

Burri, K., Gromke, C., Lehning, M., Graf, F., 2011. Aeolian sediment transport over vegetation canopies: A wind tunnel study with live plants. *Aeolian Research*. 3(2), 205-213.

Chen, J., Franklin, J.F., Spies, T.A., 1995. Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into old-growth Douglas-fir forests. *Ecological Applications*. 5(1), 74-86.

Cornelis, W.M. and Gabriels, D., 2005. Optimal windbreak design for wind-erosion control. *Journal of Arid Environments*. 61, 315-332.

Çelem, H. ve Perçin, H., 1998. Ağaçlandırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1031, Ankara. s.51

Doelman, C.J.A., Leurs, R., Oosterom, W.C., Bast, A., 1990. Mineral dust exposure and free radical-mediated lung damage. *Experimental Lung Research*. 16, 41-55.

Erpul, G., Başaran, M., Özcan, A.U., Palta, Ç., 2012. Yarı-kurak bölgelerde rüzgâr erozyonu tehlikesinin değerlendirilmesi: bölgesel ölçekte model geçerlilik çalışmaları. TUBİTAK TOVAG Proje Sonuç Raporu (1100296).

FAO, 1969. Soil erosion by wind erosion and measures for its control on agriculture lands. FAO Agriculture Development paper No: 71.

Fryrear, D.W., Saleh A., Bilbro J.D., Schomberg H.M., Stout J.E., Zobeck T.M., 1998. Revised Wind Erosion Equation (RWEQ), Technical Bulletin 1, Southern Plains Area Cropping Systems Research Laboratory, Wind Erosion and Water Conservation Research Unit, USDA-ARS.

Gabriels, D., Cornelis, W., Pollet, I., Van Coillie, T., Ouessar, M., 1997. The I.C.E. wind tunnel for wind and water erosion studies. *Soil Technology*. 10(1), 1-8.

Gash, J.H.C., 1986. Observations of turbulence downwind of a forest-heath interface. *Boundary-Layer Meteorology*. 36(3), 227-237.

Goossens, D. and Riksen, M.J.P.M., 2007. The role of wind and splash erosion in inland drift-sand areas in the Netherlands. *Geomorphology*. 88(1-2), 179-192.

Goudie A.S. and Watson A., 1984. Rock block monitoring of rapid salt weathering in southern Tunisia. *Eart Surface Processes and Landforms*. 9(1), 95-98.

Hagen, L.J., 1976. Windbreak design for optimal wind erosion control. In: proceedings of Symposium: Shelterbelts on the Great Plains. Denver, CO. 20-22 April, pp 31-36.

Heiser, G.M. and Dewalle, D.R. 1988. 2. Effects of windbreak structure on wind flow. *Agric. Ecosyst. Environ.* 22-23(C), 41-69.

Irvine, M.R., Gardiner, B.A., Hill, M.K., 1997. The evolution of turbulence across a forest edge. *Boundary-Layer Meteorology*. 84(3), 467-496.

Ki-Pyo, Y. and Young-Moon, K., 2009. Effect of protection against wind according to the

- variation porosity of wind fence. *Environmental Geology*. 56(6), 1193-1203.
- Laird, D.J., 1997. Wind tunnel testing of shelterbelt effects on dust emissions from swine production facilities. Thesis (M.S.)—Iowa State University.
- Li, J., Okin, G.S., Alvarez, L., Epstein, H., 2007. Quantitative effects of vegetation cover on wind erosion and soil nutrient loss in a desert grassland of southern New Mexico, USA. *Biogeochemistry*. 85, 317–332.
- Li, J., Okin, G.S., Alvarez, L., Epstein, H., 2008. Effects of wind erosion on the spatial heterogeneity of soil nutrients in two desert grassland communities. *Biogeochemistry*. 88(1), 73-88.
- McDuffie, H.H., Klaassen, D.J. and Dosman, J.A., 1989. Lung Cancer in Saskatchewan Males. In: *Guide to Healthy and Hygiene in Agricultural Work*. International Labour Office, Geneva, Switzerland, 89 p.
- Michels, K., Sivakumar, M.V., Allison, B.E., 1995. Wind erosion control using crop residue. II. Effects on millet establishment and yields. *Field Crops Research*. 40(2), 111-118.
- Middleton, N. J., Goudie, A.S. and G. L.Wells., 1986. The frequency and source areas of dust storms. In *Aeolian geomorphology*, ed. W. G. Nickling, Boston: Allen and Unwin, 237–259 p.
- Molina-Aiz, F.D., Valera, D.L., Álvarez, A.J., Madueño, A., 2006. A wind tunnel study of airflow through horticultural crops: determination of the drag coefficient. *Biosystems Engineering*. 93 (4), 447–457.
- Niemeyer, T.C., Gillette, D.A., DeLuisi, J.J., Kim, Y.J., Niemeyer, W.F., Ley, T., Gill, T.E., Ono, D., 1999. Optical depth, size distribution and flux of dust from Owens Lake, California. *Earth Surface Processes and Landforms*. 24(5), 463-479.
- Prajapati, S.K. and Tripathi, B.D., 2006. Seasonal Variation of Leaf Dust Accumulation and Pigment Content in Plant Species Exposed to Urban Particulates Pollution. *Pollution Ecology Research Lab., Dep. of Botany, Banaras Hindu Univ., Varanasi, 221005, India*
- Raine, J.K., Stevenson, D.C., 1977. Wind protection by model fences in simulated atmospheric boundary layer. *Journal of Industrial Aerodynamics*. 2, 159–180.
- Rosenberg, N.J., 1974. *Microclimate: The Biological Environment*. Wiley, New York.
- Schenker, M., McCurdy, S., Jenkins, B., John, W., Scales, D., Lawson, R. and Lischak, L.A., 1993. Exposure to amorphous silica during rice farming operations. Contract No. A032-177. Final Report to California Air Resources Board, Sacramento, CA.
- Sterk, G., Spaan, W.P., 1997. Wind erosion control with crop residues in the Sahel. *Soil Science Society of America Journal*. 61, 911-917.
- Therelius, S.M., 1997. Wind tunnel testing of shelterbelt effects on dust emissions from swine production facilities. Thesis (M.S.)—Iowa State University.
- Thuyet, D.V., Do, T.V., Sato, T., Hung, T.T., 2014. Effects of species and shelterbelt structure on wind speed reduction in shelter. *Agroforestry Systems*. 88(2), 237-244.
- Timur, Ö.B., 2012. Yerleşim alanlarında bitkisel materyalle toz engelleme çalışmaları: Çankırı örneği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara
- Udo, K., Kuriyama, Y., Jackson, D.W.T., 2008. Observations of wind-blown sand under various meteorological conditions at a beach. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. 113 FO4008.
- Udo, K., Yamawaki, S., 2007. Short-term backshore processes under wave and wind actions, *J. Coastal Res.* SI50, 237–241.
- Ürgenç, S.İ., 1998. Ağaçlandırma teknikleri, İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Wuyts, K., Verheyen, K., De Schrijver, A., Cornelis, W.M., Gabriels, D., 2008. The impact of forest edge structure on longitudinal patterns of deposition, wind speed, and turbulence. *Atmospheric Environment*, 42(37), 8651-8660.
- Zobeck, T.M., Van Pelt, R.S., 2006. Wind-induced dust generation and transport mechanics on a bare agricultural field. *J. Hazard. Mater.* 132, 26–38.

