

**T.C.  
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RÜZGÂR DEVRİĞİ ZARARLARINDA TOPRAK  
ÖZELLİKLERİNİN ETKİSİ**

**Esra TOPAL**

**Danışman  
Jüri Üyesi  
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI  
Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ  
Doç. Dr. Ferhat KARA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**KASTAMONU – 2019**

## TEZ ONAYI

Esra TOPAL tarafından hazırlanan "Rüzgar Devriği Zararlarında Toprak Özelliklerinin Etkisi " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI  
Kastamonu Üniversitesi



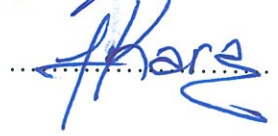
Jüri Üyesi

Prof.Dr.Temel SARIYILDIZ  
Bursa Teknik Üniversitesi



Jüri Üyesi

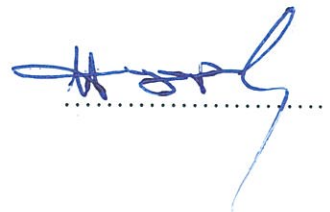
Doç.Dr. Ferhat KARA  
Kastamonu Üniversitesi



18/06/2019

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



## TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Esra TOPAL

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### RÜZGÂR DEVRİĞİ ZARARLARINDA TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN ETKİSİ

ESRA TOPAL

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI

Ormanlar, canlı biyokütle, ölü organik madde ve toprakta karbonun büyük bir miktarını bulundurlar. Küresel çapta, ormanlar önemli bir karbon yutağını teşkil ederler. Ancak son zamanlarda Türkiye ormanlarında görülen fırtına ve şiddetli rüzgârlar sonucu rüzgâr zararları (devrik, kırılmış, eğilmiş ve tepe hasarı olan ağaçlar) görülmektedir. Kısacası rüzgâr yükleri, ağacın gövdesi veya kök/toprak sistemlerinin direncini aşarsa ağaçlar kırılır veya devrikler oluşur. Ormanlarda rüzgâr zararı riski, çoğunlukla iklim özellikleri (rüzgâr yönü, şiddeti vs.), toprak özellikleri (pH, tekstür, besin elementi, karbon ve azot depolama kapasitesi, su tutma kapasitesi, toprak nemi vb.) gibi faktörler etkilemektedir. Bu amaçla Kastamonu ve Sinop bölgeleri sınırları içinde yer alan ormanlarda görülen rüzgâr zararlıları (devrik) üzerinde toprak özelliklerinin etkileri araştırılmıştır. Ayrıca rüzgâr devriğinin toprak özellikleri üzerine etkisini görmek için t-testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar devrik olan alanlarda bazı toprak özelliklerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu artışın sebebi; devrik sonrasında organik madde girdisi, mikroorganizmaların yoğun aktivitesi, ağaç köklerinin etkisi, açığa çıkan anakayanın karakteristik özelliklerini yansıtması, yağış gibi faktörlerin büyük oranda etkisi olabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak rüzgâr devrik zararların daha iyi gözlemlenmesi ve yorumlanabilmesi için farklı iklimlerdeki değişik ekolojik özelliklere sahip alanlarda daha fazla sayıdaki bireyler üzerinde, mevsimsel farklılıklar da göz önünde bulundurularak daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Rüzgâr devriği, toprak özellikleri, ağaç türleri, meteorolojik veri, Kastamonu.

**2019, 52 sayfa**

**Bilim Kodu: 1205**

**ABSTRACT**  
MSc. Thesis

**EFFECTS OF SOIL PROPERTIES ON WINDTHROW DAMAGES**

Esra TOPAL  
Kastamonu University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Forest Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Gamze SAVACI

Forests contain a large amount of live biomass, dead organic matter and carbon in forest soil. Globally, forests constitute a significant carbon sink. However, storm and severe winds that are observed recently in the Turkey's forests, can result of significant damage in the forest trees (windthrow, broken, trees with crown damage). Briefly, trees are broken or uprooted if wind loads exceed the resistance of stem or root/soil systems. Risk of wind damage in the forests is mostly due to the factors such as climatic conditions (wind direction, intensity etc.), edaphic factors (pH, texture, nutrient elements, carbon and nitrogen stock capacity, water holding capacity, soil moisture etc.). For this purpose, the effects of forest stand and site characteristics (edaphic and climatic factors) on wind damage was investigated within the boundaries of Kastamonu and Sinop regions. In addition, t-test was performed to see the effect of windthrow on soil properties. The reason for this increase is thought to be largely influenced by factors such as organic matter input, intensive activity of microorganisms, the effect of tree roots, reflecting the characteristics of the bedrock and precipitation. As a result, in order to better observe and interpret windthrow damages, more detailed studies should be conducted on a greater number of individuals in different climates with different ecological characteristics, taking into account seasonal differences.

**Key words:** Windthrow damage, soil properties, tree species, climatic data, Kastamonu

**2019, 52 pages**  
**Science Code:1205**

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Rüzgâr devriği zararlarında toprak özelliklerinin etkisi belirlenmesi için hazırlanmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansımın ilk danışman hocası çok değerli Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ hocama teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmaları sırasında her türlü kolaylığı sağlayan Taşköprü OİM Tekçam Orman İşletme Şefi Sayın Gülay TÜMER ATAŞ şefime, Boyabat OİM Sakız Orman İşletme Şefi Sayın Abdullah KAPUCU ve Boyabat OİM Müdürü Mustafa DİKTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Manevi destekleri ile her daim yanımda olan Aslı Ayşe BEKTAŞ (Gerze OİM Ağaçlandırma Şefi) ve Fatih BEKTAŞ'a (Gerze OİM Müdür Muavini) teşekkürlerimi sunarım.

SPSS veri analizlerde yardımından dolayı Doç. Dr. Korhan ENEZ hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatımda olduğu gibi yüksek lisans sürecimde de bana maddi manevi destek olan, bana karşı inancını hiç kaybetmeyen, ne olursa olsun arkamda olduğunu hissettiren aileme sonsuz sevgilerimi sunarım.

Bu çalışma “Rüzgâr zararlarında meşcere ve yetişme ortamı faktörlerinin etkisi” proje başlığı ve KÜ-BAP01/2018-22 proje no ile Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı başta BAP Koordinatörlüğü müdürü Sayın Prof. Dr. Özgür ÖZTÜRK ve tüm BAP çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Esra TOPAL  
Kastamonu, Haziran, 2019

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY .....	ii
TAHAAHÜTNAME .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	ix
TABLolar DİZİNİ .....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xi
GRAFİKLER DİZİNİ .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	7
3.1. Çalışma Alanlarının Genel Tanıtımı .....	7
3.2. Yöntem .....	12
3.2.1. Arazi Çalışmaları .....	12
3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları .....	12
3.2.3. Toprak Analizleri .....	13
3.2.4. İstatistiksel Analizler .....	15
4. BULGULAR .....	16
4.1. Devrik ve Devrik Olmayan Alanlarda Bazı Toprak Özellikleri .....	16
4.1.1. Toprak Reaksiyonu (pH) .....	19
4.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC) .....	20
4.1.3. Toprak Kil Miktarı (%) .....	21
4.1.4. Toprak Toz Miktarı (%) .....	22
4.1.5. Toprak Kum Miktarı (%) .....	23
4.1.6. Toprak Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> ) .....	24
4.1.7. Toprak Gözenek Hacmi (%) .....	25
4.1.8. Toprakta Maksimum Su Tutma Kapasitesi .....	26
4.1.9. Toprakta Azot Miktarı (%) .....	27
4.1.10. Toprakta Karbon Miktarı (%) .....	28
4.1.11. Toplam Azot (TA) .....	29
4.1.12. Toprak Organik Karbon (TOK) .....	30
4.1.13. Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu .....	32
4.1.14. Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu .....	33
4.1.15. Fosfor (P) Konsantrasyonu .....	34
4.1.16. Potasyum (K) Konsantrasyonu .....	35
4.1.17. Kükürt (S) Konsantrasyonu .....	36
4.1.18. Mangan (Mn) Konsantrasyonu .....	37
4.1.19. Alüminyum (Al) Konsantrasyonu .....	38
4.1.20. Çinko (Zn) Konsantrasyonu .....	40
4.1.21. Bakır (Cu) Konsantrasyonu .....	41
4.1.22. Demir (Fe) Konsantrasyonu .....	42
4.1.23. Kurşun (Pb) Konsantrasyonu .....	43

5.TARTIŞMA VE SONUÇ .....	45
6. ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR .....	48
ÖZGEÇMİŞ .....	52





## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

%	yüzde
°C	santigrat
cm	santimetre
ha	hektar
m	metre
m <sup>3</sup>	metreküp
mm	milimetre
ppm	milyonda bir
s. l.	Sensu Lato
s. str.	Sensu Strictor

### Kısaltmalar

BÇsD	Bayam Sarıçam Devrik
BÇkDY	Bayam Sarıçam Devrik Yok
BGD	Boyabat Göknar Devrik
BGDY	Boyabat Göknar Devrik Yok
Ca	kalsiyum
Cu	bakır
Çk	karaçam
Çs	sarıçam
EC	Elektriksel iletkenlik
Fe	demir
G	göknar
GGD	Gerze Göknar Devrik
GGDY	Gerze Göknar Devrik Yok
K	potasyum
Mg	magnezyum
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mn	mangan
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
OÜHE	Olağanüstü Hasılat Etası
P	fosfor
Pb	kurşun
pH	Toprak Reaksiyonu
S	kükürt
TÇkD	Tekçam Karaçam Devrik
TÇkDY	Tekçam Karaçam Devrik Yok
Zn	çinko

## TABLÖLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 3.1 Çalışma alanlarının konumu ve bazı özellikleri.. .....	9
Tablo 4.1 Toprak türü varyans analizi sonuçları.....	16
Tablo 4.2. Toprak türü bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	18
Tablo 4.3. Devrik ile devrik olmayan alanlardaki farklılıkları belirtmek için yapılan bağımsız t testi .....	18



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Çalışma alanlarının genel görünümü .....	7
Şekil 3.2. Rüzgâr devriği meydan gelmiş alanlara ait görüntüler .....	8
Şekil 3.3. Laboratuvarda yapılan toprak analizleri .....	15



## GRAFİKLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Grafik 3.1. Sinop ili Boyabat ilçesine ait 2013-2018 yılları arası aylık ortalama sıcaklık ve rüzgâr hızı .....	10
Grafik 3.2. Sinop ili Gerze ilçesine ait 2013-2018 yılları arası aylık ortalama sıcaklık ve rüzgâr hızı.....	11
Grafik 3.3. Kastamonu ili Taşköprü ilçesine ait 2013-2018 yılları arası aylık ortalama sıcaklık ve rüzgâr hızı.....	11
Grafik 4.1. Devrik olmayan alan topraklarında pH değişimi.....	19
Grafik 4.2. Devrik olan alan topraklarında pH değişimi.....	20
Grafik 4.3. Devrik olmayan alan topraklarında EC değişimi.....	20
Grafik 4.4. Devrik olan alan topraklarında EC değişimi.....	21
Grafik 4.5. Devrik olmayan alan topraklarında kil miktarı (%) değişimi.....	21
Grafik 4.6. Devrik olan alan topraklarında kil miktarı (%) değişimi.....	22
Grafik 4.7. Devrik olmayan alan topraklarında toz miktarı (%) değişimi .....	22
Grafik 4.8. Devrik olan alan topraklarında toz miktarı (%) değişimi.....	23
Grafik 4.9. Devrik olmayan alan topraklarında kum miktarı (%) değişimi.....	23
Grafik 4.10. Devrik olan alan topraklarında kum miktarı (%) değişimi.....	24
Grafik 4.11. Devrik olmayan alan topraklarında hacim ağırlığı değişimi.....	24
Grafik 4.12. Devrik olan alan topraklarında hacim ağırlığı değişimi .....	25
Grafik 4.13. Devrik olmayan alan topraklarında gözenek hacmi değişimi.....	26
Grafik 4.14. Devrik olan alan topraklarında gözenek hacmi değişimi .....	26
Grafik 4.15. Devrik olmayan alan topraklarında maksimum su tutma kapasitesi değişimi.....	27
Grafik 4.16. Devrik olan alan topraklarında maksimum su tutma kapasitesi değişimi .....	27
Grafik 4.17. Devrik olmayan alan topraklarında N miktarı (%) değişimi .....	28
Grafik 4.18. Devrik olan alan topraklarında N miktarı (%) değişimi .....	28
Grafik 4.19. Devrik olmayan alan topraklarında C miktarı (%) değişimi .....	29
Grafik 4.20. Devrik olan alan topraklarında C miktarı (%) değişimi .....	29
Grafik 4.21. Devrik olmayan alan topraklarda TA ( t ha <sup>-1</sup> ) değişimi.....	30
Grafik 4.22. Devrik olan alan topraklarda TA ( t ha <sup>-1</sup> ) değişimi .....	30
Grafik 4.23. Devrik olmayan alan topraklarda TOK ( t ha <sup>-1</sup> ) değişimi.....	31
Grafik 4.24. Devrik olan alan topraklarında TOK ( t ha <sup>-1</sup> ) değişimi.....	31
Grafik 4.25. Devrik olmayan alan topraklarında Ca konsantrasyonunun değişimi.....	32
Grafik 4.26. Devrik olan alan topraklarında Ca konsantrasyonunun değişimi .....	33
Grafik 4.27. Devrik olmayan alan topraklarında Mg konsantrasyonunun değişimi.....	33
Grafik 4.28. Devrik olan alan topraklarında Mg konsantrasyonunun değişimi.....	34
Grafik 4.29. Devrik olmayan alan topraklarında P konsantrasyonunun değişimi.....	35
Grafik 4.30. Devrik olan alan topraklarında P konsantrasyonunun değişimin .....	35
Grafik 4.31. Devrik olmayan alan topraklarında K konsantrasyonunun değişimi.....	36
Grafik 4.32. Devrik olan alan topraklarında K konsantrasyonunun değişimi.....	36
Grafik 4.33. Devrik olmayan alan topraklarında S konsantrasyonunun değişimi ..	37
Grafik 4.34. Devrik olan alan topraklarında S konsantrasyonunun değişimin .....	37
Grafik 4.35. Devrik olmayan alan topraklarında Mn konsantrasyonunun değişimi.....	38
Grafik 4.36. Devrik olan alan topraklarında Mn konsantrasyonunun değişimi.....	38

Grafik 4.37. Devrik olmayan alan topraklarında Al konsantrasyonun değişimi	39
Grafik 4.38. Devrik olan alan topraklarında Al konsantrasyonun değişimi .....	39
Grafik 4.39. Devrik olmayan alan topraklarında Zn konsantrasyonun değişimi	40
Grafik 4.40. Devrik olan alan topraklarında Zn konsantrasyonun değişimin .....	40
Grafik 4.41. Devrik olmayan alan topraklarında Cu konsantrasyonun değişimi	41
Grafik 4.42. Devrik olan alan topraklarında Cu konsantrasyonu değişimi .....	42
Grafik 4.43. Devrik olmayan alan topraklarında Fe konsantrasyonu değişimi...	42
Grafik 4.44. Devrik olan alan topraklarında Fe konsantrasyonu değişimi .....	43
Grafik 4.45. Devrik olmayan alan topraklarında Pb konsantrasyonu değişimi ..	43
Grafik 4.46. Devrik olan alan topraklarında Pb konsantrasyonu değişimi .....	44



## 1. GİRİŞ

Rüzgâr, yüksek basınçtan alçak basınca doğru meydana gelen hava akımı olayıdır. Rüzgâr hızı anemometre cihazı ile ölçülmektedir. Bu cihaz yerine artık meteorolojik ölçümlerin çoğu sensörler yardımıyla otomatik meteoroloji istasyonları tarafından yapılmaktadır (URL-1).

Bitki toplulukları, özellikle ormanlar hava hareketlerinin hızını ve yönünü değiştirmede oldukça etkili olmaktadır. Ormanların rüzgâr hızını kesme derecesi sıklığa ve tepe kapalılığına göre değişmektedir. Genel olarak kapalılık azaldıkça (0.8'den 0.4'e inince) rüzgâr hızı 3-10 katı kadar artış göstermektedir. Tepe çatısından toprak yüzeyine doğru rüzgâr hızı azalmaktadır. Biyolojik ve fizyolojik bakımdan rüzgârın en büyük önemi evapotranspirasyon üzerinde yaptığı etkilerdir. Yapraklardan çıkan su buharının dispersleşmesi esnasında rüzgâr, kuru havayı getirerek evaporasyon ve transpirasyonu artırır. Bazen de nem ile doymuş havayı getirerek transpirasyonu yavaşlatır. Bazı bölgelerde rüzgârlar “kış kuraklığı” meydana getirerek bazı bitkilerin kısmen veya tamamen kurumalarına neden olabilir. Rüzgâr hızı arttıkça ağaçların su açığı artacağından buna bağlı olarak organik madde üretimi azalmaktadır. Rüzgâr çap artımını da önemli derecede azaltmaktadır. Rüzgârın bitkiler üzerindeki diğer fizyolojik etkileri, çiçek tozlarının ve tohumlarının dağılmasını sağlamasıdır. Çiçek tozları 100-200 km bazen çok daha fazla mesafelere kadar taşınır ve dişi çiçeği döllerler. Rüzgârlar ayrıca kirli havayı taşıyarak bitkilere de zarar verebilmektedir (URL-2).

Fırtına ve şiddetli rüzgârların bir sonucu olarak dikili ağaçlardaki zararların tümü rüzgâr devrikleri olarak adlandırılmaktadır. Rüzgâr devrikleri, dünyanın doğal ormanlık bölgelerinde büyük oranda olumsuz etkisi bulunmaktadır (Ennos, 1997; Brázdil ve ark., 2004). Rüzgâr devriği doğal ve insan faktör arasındaki etkileşimi sonucu meydana gelen karmaşık bir süreçtir. Neredeyse evrensel olan bu süreç, meşcere ve toprak dinamiğinde çok önemli bir rol oynamaktadır (Stephens, 1956; Schaetzl ve ark., 1989).

Rüzgârın meydana getirdiği orman içi boşluklar, ormanın yapısal dinamikleri için önemlidir ve ağaç yapısını, yaşını ve çeşitliliğini büyük oranda etkilemektedir (White, 1979; Pickett ve White, 1985; Pontailier ve ark., 1997; Ulanova, 2000; Linke ve ark., 2007). Bununla birlikte rüzgâr devrikleri, ağaçların kereste ekonomik değerini (Savill 1983; Nieuwenhuis ve Fitzpatrick 2002) ve artan üretim maliyetleriyle kereste üretimi için yönetilen orman alanlarının karlılığını azaltmaktadır (Quine ve ark., 1995). Ek olarak rüzgâra maruz kalan meşcerelerde genel olarak rüzgârlanma riskini azaltmak için ağaçlar optimum idari süresinden önce toplanmaktadır (Gardiner ve Quine 2000). Türkiye’de özellikle geniş bir orman varlığına sahip olan Batı Karadeniz Bölgesi’nde rüzgâr devrikleri oldukça fazla ve rüzgâr artışı orman endüstrisinin uğraşması gereken en önemli sorunlarından biri olmaya devam etmektedir. Bu sorun genellikle orman sırt bölgesinde özellikle yüksek yerlerdeki eğimli yamaçlarda donma-çözülme olaylarının artması yani toprak oluşumunu sınırlaması ve yamaçlar boyunca türlerin açık şiddetli rüzgâra maruz kalması devriklerin artmasına neden olmaktadır.

Rüzgâr nedeniyle meydana gelen orman kayıplarını tahmin etmek ve azaltmak için; ağacın özelliklerini, yetişme ortamı özelliklerini, iklim, toprak özelliklerini ve orman yönetimi teknikleriyle ilgili ağacın stabilitesini tanımlayan verilerin doğru bir şekilde ortaya konulması gerekir. Orman meşcerelerinde rüzgâr hasarı, orman koruma konusundaki gerçek sorunlara aittir. Genel olarak, ağaç büyümesi parametrelerinden olan ağaç tepesi boyutları ve karakteristikleri (genişlik, uzunluk, şekil), ağaç gövdesi (yükseklik, çap, mukavemet) ve ağaç kök sistemi (derinlik, genişlik, uzunluk, kök türü), ağaç stabilitesi üzerinde en büyük etkiye sahiptir (Kônopka, 1978).

Fırtına özellikle ibreli ağaçların en tehlikeli doğal zarar faktörlerinden biridir. Örneğin 1923-1929 kışında Bozyük’ ün Yırce-Bürmece ormanlarında meydana gelen fırtınada bir gece içerisinde 17 binden fazla göknarla çam ağacı devrilmiştir. 1936 yılında kuvvetlice kesimler yapılan Dursunbey’in Gölcük bölgesi fakir alan mevkiindeki meşcerelerde 1911 yılındaki bir fırtına 20 hektardan fazla alanın çıplak hale gelmesine neden olmuştur. 15 Mart ile 16 Mart 1962 günlerini bağlayan gece, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü mntikasında vukuu bulan fırtına sonunda 700 bin m<sup>3</sup> kabuklu gövde hacmine tekabül eden devrik istihsalı yapılmıştır (Atay, 1979).

Fırtına devrikleri önce Ladin ve benzeri sığ köklü ağaçları ve meşcerelerinde, ayrıca toprağın sığ veya fizyolojik sığ olmasından dolayı köklerin derine gidemediği meşcerelerde görülür. Taban suyunun yüksek olması dolayısıyla biyolojik sığlık arz eden veya toprak yüzünden 40 ila 50 cm aşağıda sert bir levha halinde podzol tabakasının oluştuğu İskoçya'nın birçok orman alanlarında, kazık köklü ve fırtınaya dayanıklı olması gereken sarıçamların, yetişme muhitinin özelliğine uyarak, sığ kök yapmak zorunda kalıp devrildikleri gözlenmiştir (Atay, 1979).

Fırtına tehlikesi yaş ilerledikçe artar. Zira, toprak üstü kısımlar genişler, kök gelişmesi bunu takip edemez, elastikiyet azalır. Kışın ibresini dökmeyen iğne yapraklılar, kışın yapraklarını döken yapraklı ağaçlara nazaran fırtınaya karşı daha dayanıksızdır. Taşlı topraklar üstündeki meşcereler genellikle fırtınaya dayanıklı olurlar. Zira taşların altına, yarıklarına giren kökler ağacı toprağa iyice sabitleyip devrilmesini önler. Arazi şekli itibariyle sırtlarda, tepelerde, üst yamaçlarda, boyun noktalarında, eğim derecesi fazla ve düz yamaçlarda, sırtlarda oyuntular ve kaya çatlaklarına, dar vadilerde veya "V" şeklindeki ormana açılan arazilerde, bir yamaç üzerindeki arazi yarmalarının yan yüzeylerinde rüzgâr hızı artar, fırtına devrilme riski artar (Atay, 1979).

Bu yüksek lisans çalışması, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğündeki rüzgâr devriği alanları belirlenerek, devrik olan ve olmayan alanlardan 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm derinlik kademelerinden toprak örneği alarak bazı toprak özelliklerinin (hacim ağırlığı, pH, EC, organik karbon, toplam azot miktarı, besin elementi, gözenek hacmi, maksimum su tutma kapasitesi, toprak tekstür vb.) rüzgâr devriği üzerinde olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Fırtına ve şiddetli rüzgârların bir sonucu olarak dikili ağaçlardaki zararların tümü rüzgâr devrikleri olarak adlandırılmaktadır. Son 50 yılda birçok Avrupa ülkesinde özellikle Kuzey ve Orta Avrupa'da şiddetli rüzgâr devrikleri oluşmuştur. 1967'de Almanya ve İsveç'in güneyinde 10 milyon m<sup>3</sup>, 1972'de Almanya'nın kuzey bölgesinde 17 milyon m<sup>3</sup>, 1984'de Orta Avrupa'da yaklaşık 25 milyon m<sup>3</sup> ağaç şiddetli rüzgâr ve fırtına nedeniyle zarar görmüştür (FAO, 1995). Büyük Britanya 1987 yılında en şiddetli orman tahribatını yaşarken, ülkenin güneydoğusunu vuran fırtına nedeniyle 4 milyon m<sup>3</sup> geniş ve iğne yapraklı ağaç devrilmiştir. Britanya aynı zamanda 1953, 1968 ve 1976'da her birinde yaklaşık 1 milyon m<sup>3</sup> ağacın devrildiği büyük fırtınalar geçirmiştir. 28 Şubat ve 1 Mart 1990 tarihlerinde meydana gelen rüzgâr devriği hasarı birçok ülkeyi etkilemiştir. Almanya'da 65 milyon m<sup>3</sup> (yıllık kesim miktarının iki katı), Fransa'da 7 milyon m<sup>3</sup> (yıllık kesimin %18'i), İsveç'de 1 milyon m<sup>3</sup> ve İsviçre'de 5 milyon m<sup>3</sup> (yıllık kesimin %110'u) rüzgâr devriği zararı meydana gelmiştir. 1999'da meydana gelen fırtınalar özellikle Danimarka, Fransa, Almanya, Avusturya ve İsviçre'de geniş çapta hasara yol açmıştır. Bu ülkelerde oluşan 180 milyon m<sup>3</sup>'lük rüzgâr devriği hasarı, Avrupa Birliğinde her yıl hasat edilen 250 milyon m<sup>3</sup> ağaçla karşılaştırılınca olayın ciddiyeti ortaya çıkmaktadır (CTBA, 2004). Türkiye ormanlarında da rüzgâr devriği hasarları zaman zaman rastlanan olaylardandır. Bazen çok büyük alanlarda etkili olan ve hacim olarak önemli miktarlara ulaşan rüzgâr devrikleri görülmektedir. Özellikle 2001 yılında Türkiye'nin kuzeybatı kesiminde toplamı 3.5 milyon m<sup>3</sup>'e varan rüzgâr devriği hasarı oluşmuştur (Engür, 2010).

Rüzgâr devriklerine neden olan en önemli faktörlere genel olarak incelendiğinde, bu faktörlerden birincisinin meteorolojik hava koşulları (özellikle tekerrür eden aşırı rüzgârlar), diğerinin topoğrafik özellikler (özellikle yüksek rakımlar), meşcere özellikleri (örneğin uzun boylu ağaçlar daha fazla zarar görürler), silvikültürel uygulamalar (aralama gibi) ve toprak özellikleri (özellikle tekstür ve toprak pH'sı) etkili olmaktadır. Braun ve ark., (2003) çalışmasında *Fagus sylvatica* L. ve *Picea*

*abies* (Karst) L. meşcerelerinde rüzgâr devriğinin en fazla düşük baz doygunluğuna sahip bölgelerde (<%40) bulmuşlardır.

Toprak yapısı genellikle ağacın kapalılığının artma-azalma durumuna göre değişkenlik göstermektedir. Genellikle toprak yüzeyinde görülen yüksek radyasyon sonucunda rüzgâr zararı sonrasında toprak sıcaklığı artmakta ve toprak nemi ise azalmaktadır (Thürig ve ark., 2013).

Toprak tekstürü ve toprağın kimyasal özellikleri, mevcut besin maddesini ve ağaçların toprak içerisinde kök sistemini etkiler ve bu değişimler ağaçların rüzgâra karşı hassasiyetleri artır (Mayer ve ark., 2005). Atmosferik kükürt ve azot girdisi topraktaki pH'ın azalmasına neden olmaktadır (Houdijk ve Roelofs, 1993). Düşük bir pH'ı kök sistemi tarafından emilen toprak hacminin miktarını azaltarak bir ağacın fırtına hasarına direncini dolaylı olarak azaltabilir. Pek çok çalışmada rüzgâr zararının, sığ köklerde daha yüksek olduğu bulunmuştur (Rottmann, 1986; Peterson, 2000; Mayer ve ark., 2005). Belirleyici faktör olarak anakayanın karbonat içeriği ve anakayanın tampolama kapasitesidir. Düşük pH olan yerlerde atmosferik kükürt ve azot birikimi toprak pH değerini azaltmaktadır (Wild, 1993; Mayer ve ark. 2005). Rüzgâr yoluyla görülen bazı zararlar biyokütlerde depolanan C miktarını azaltmaktadır (Thürig ve ark. 2013).

Düşük pH değerine sahip bölgelerde  $Al^{+3}$  birikimi olan türlerde ve mevcut  $Ca^{+2}$  ve  $Mg^{+2}$  eksikliği durumunda kök sistemin dayanıklılığı azalmaktadır. Türlerde Al toksik pH 5'in altında salınır ve ince kök büyümesine neden olmaktadır (Marschner, 1995). Yüksek pH ve az fırtına hasarı olan yerlerde ince toprak tekstürü, sığ topraklar ve yüksek taşlılık içeriği ile ilişkilidir. İnce topraklar (killer) yüksek bir kohezyon ve adhezyon mukavemetine sahiptir ve kaba köklerden daha iyi kök sistemi sağlamak için pek çok çalışmalar yapılmıştır (Moore, 2000; Mayer ve ark., 2005). Humus tipi de rüzgâr devrikleri üzerinde etkili olduğunu Mayer ve ark. (2005) çalışmalarında belirtmişlerdir. Özellikle "Mor humus tipi" üzerinde daha fazla hasar riski görülmektedir ve bu risk ise daha çok pH'ın etkisi sözkonusudur. Çünkü mor humus tipi genellikle düşük pH derecesine sahip olan asidik anakayalarda görülmektedir. Uzun boylu ağaçların bulunduğu meşcerelerde fırtına hasarına karşı daha duyarlı

oldukları pek çok bilimsel çalışmada belirtilmiştir (Dobbertin, 2002; Mayer ve ark., 2005).

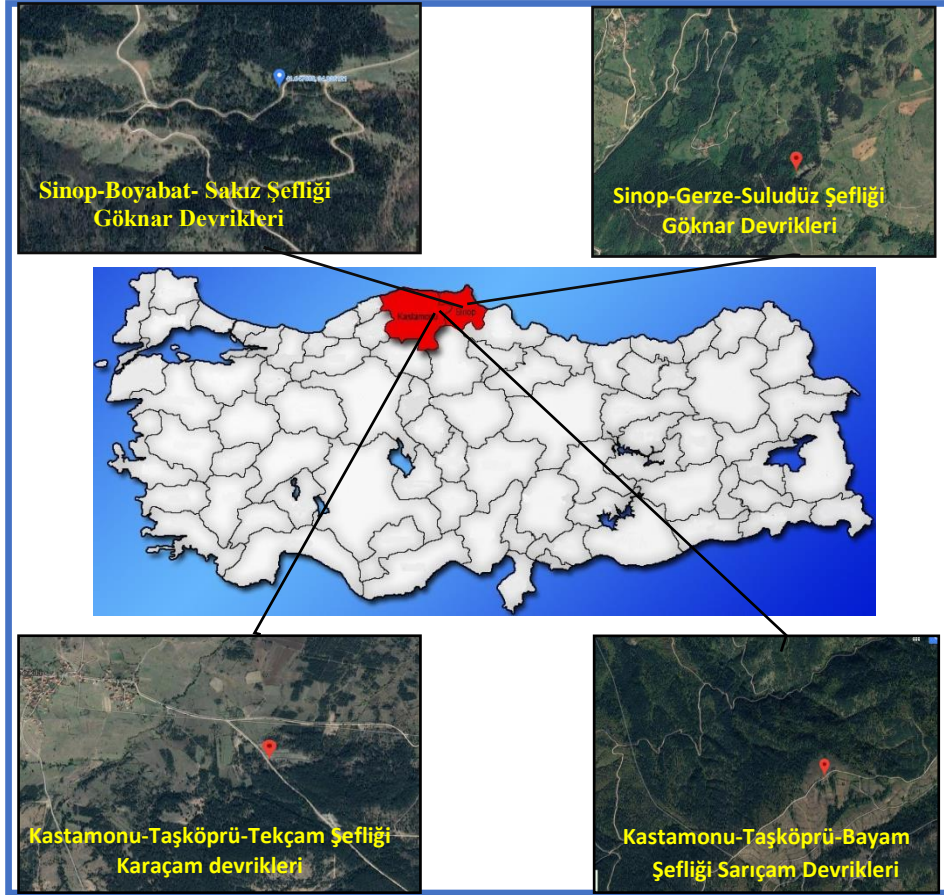
Yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde rüzgâr devriği olan yerlerde hasar durum tespiti esnasında yapılan incelemelerde; hasarlı bölgenin konumu, hasarlı ağaçların hacmi, devrik, kırılmış, eğik gibi hasar tiplerinin tespiti ve yüzdesi, ağaç türlerinde görülen hasar yüzdesi, hasar türlerinde silvikültürel ölçümlerinin (çap, boy, hacim) yapılması, arazinin tanımlanması (bakı, eğim, zeminin sertliği), toprak özellikleri (pH, tekstür vb.), alt yapısı (sürütme yolları, traktör yolları vb) incelemeleri yapılmaktadır (Engür, 2010).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanlarının Genel Tanıtımı

Çalışma alanı Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü Bayam ve Tekçam Orman İşletme Şeflikleri, Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü Sakız Orman İşletme Şefliği ve Gerze Orman İşletme Müdürlüğü Gerze Orman İşletme Şefliğinde yürütülmüştür (Şekil 3.1.). Çalışma alanlarına ait rüzgâr devriği olan alanların genel görüntüsü Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanlarının genel görünümü



Şekil 3.2. Rüzgâr devriği meydana gelmiş alanlara ait görüntüler

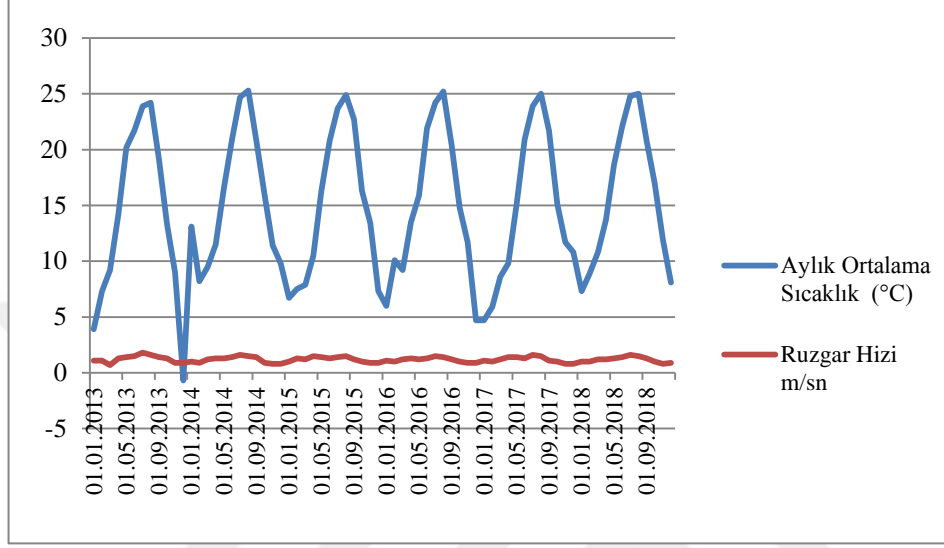
Taşköprü, Gerze ve Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde olağanüstü hasılat etası (OÜHE) kesimlerinin yapıldığı karaçam, sarıçam ve göknar alanları belirlenerek, bu alanlardan deneme noktaları ve kontrol alanları belirlenmiş olup 46 farklı noktadan toplam 136 adet toprak örnekleri alınmıştır (Tablo 3.1.). Bir adet hortum zararı olmuş alandan (Tekçam Şefliği) ve bir adet rüzgâr devriği olmuş (Bayam, Sakız ve Suludüz Şeflikleri) alanlarından ve hemen bitişiğinde bu tip zararlara uğramamış meşcerelerden toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alanlarının bulunduğu ormanların tamamı doğal orman olup meydana gelen hortum ve rüzgâr devriğinde OÜHE kesimi yapılmıştır.

Tablo.3.1. Çalışma alanlarının konumu ve bazı özellikleri

Deneme Alanı Sayısı	11	17	7	11
İşletme Şefliği	Bayam	Tekçam	Sakız	Suludüz
Bölme No	82	147	98	159
Aktüel Meşcere Tipi	Çs	Çk	G	GA
Yapılan kesim türü	Oühe	Oühe	Oühe	Oühe
Coğrafi Koordinatı	41°23'02" K 34°22'46" D	41°31'44" K 34°21'07" D	41°38'51"K 34°50'10" D	41°41'27" K 34°58'10" D
Bakı	Güneybatı	Güney	Güney	Güney
Rakım (m)	1200	1170	1300	1300
Eğim( %)	10	15	10	10
Anakaya	Metaultrabazik Komatiit	Triyas-Alt Jura dönemine ait şist	Orta Jura-Kretase dönemine ait neritik kireçtaşı	Üst Senoniyen dönemine ait kırıntılılar ve karbonatlılardan fliş
Toprak Türü	Kahverengi orman toprakları	Kahverengi orman toprakları	Kahverengi orman toprakları	Kahverengi orman toprakları
Örnek toprak sayısı	33	51	19	33

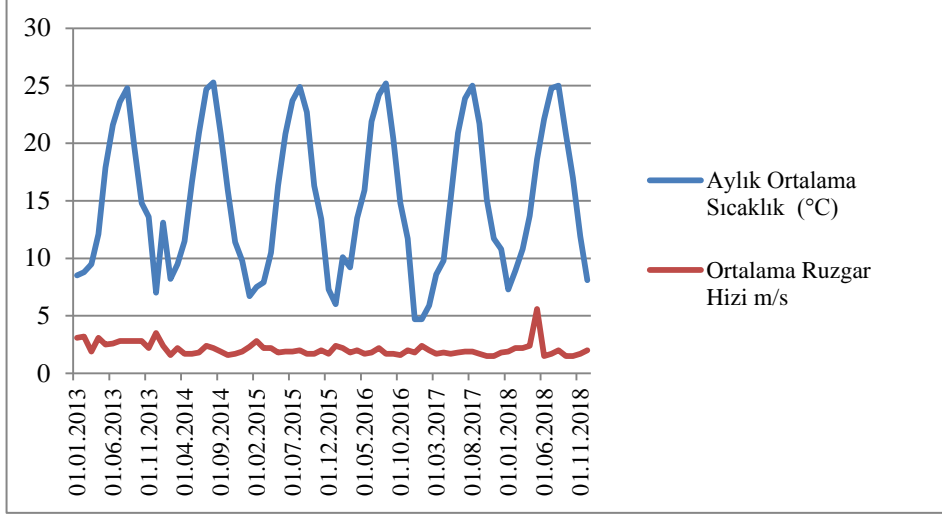
Sinop ili Boyabat ilçesinde sıcak ve ılıman iklim tipi görülmektedir. Boyabat ilinde belirgin yağış görülmektedir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Cfb olarak adlandırılabilir. Boyabat ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 12.9°C' dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 620 mm'dir. 30 mm düşen yağış miktarı ile Temmuz ayı ise yılın en kurak ayıdır. Ortalama 75

mm düşen yağış miktarıyla en fazla yağış Aralık ayında görülmektedir. Geçtiğimiz son beş yılın en düşük sıcaklığı 2013 yılında görülmüş olup, en yüksek sıcaklık yıllara göre normal bir seyir izlemiştir. En yüksek rüzgâr hızı da 2013 yılında görülmüştür (Grafik 3.1.).



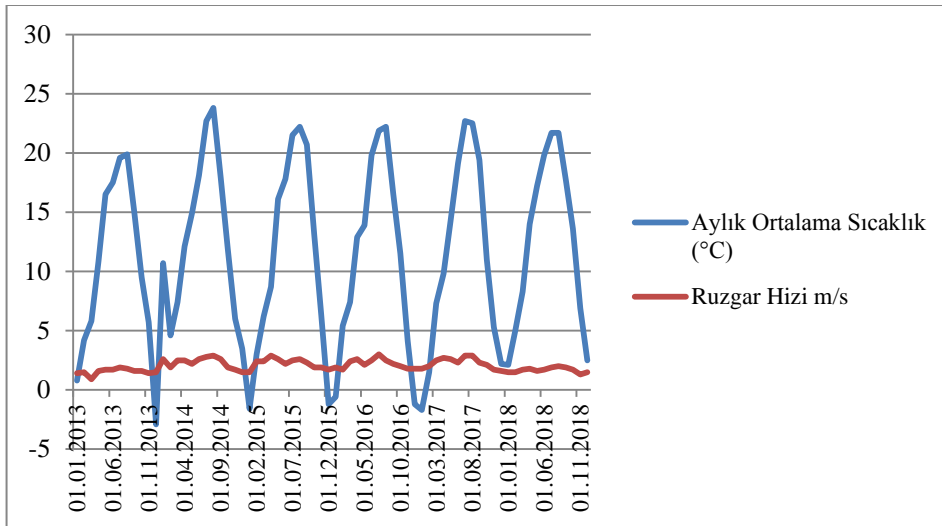
Grafik 3.1. Sinop ili Boyabat ilçesine ait 2013-2018 yılları arası aylık ortalama sıcaklık ve rüzgâr hızı

Sinop ili Gerze ilçesinde sıcak ve ılıman iklim tipi görülmektedir. Gerze ilinde belirgin yağış görülmektedir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Cfa olarak adlandırılabilir. Gerze ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 14.0°C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 657 mm dir. 31 mm düşen yağış miktarı ile Temmuz ayı ise yılın en kurak ayıdır. Ortalama 82 mm düşen yağış miktarıyla en fazla yağış Aralık ayında görülmektedir. Geçtiğimiz son beş yılın en düşük sıcaklığı 2017 yılının Ocak ayında görülmüş olup, sıcaklık yıllara göre normal dağılım göstermiştir. En yüksek rüzgâr hızı da 2018 yılında görülmüştür (Grafik 3.2.).



Grafik 3.2. Sinop ili Gerze ilçesine ait 2013-2018 yılları arası aylık ortalama sıcaklık ve rüzgâr hızı

Kastamonu ili Taşköprü ilçesinde sıcak ve ılıman iklim tipi görülmektedir. Taşköprü ilinde belirgin yağış görülmektedir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır. Köppen-Geiger'e göre iklim Cfb'dir. Taşköprü ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 11.7°C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 652 mm'dir. 35 mm düşen yağış ile Temmuz yılın en kurak ayıdır. Ortalama 72 mm düşen yağış miktarıyla en fazla yağış Aralık ayında görülmektedir. Geçtiğimiz son beş yılın en yüksek sıcaklığı 2014 yılının Temmuz ayında ve en yüksek rüzgâr hızı da 2014 yılının Temmuz ayında görülmüştür (Grafik 3.3.).



Grafik 3.3. Kastamonu ili Taşköprü ilçesine ait 2013-2018 yılları arası aylık ortalama sıcaklık ve rüzgâr hızı



## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Arazi çalışmaları

Taşköprü OİM’de bulunan Bayam ve Tekçam Orman İşletme Şefliği ile Boyabat OİM Sakız Orman İşletme Şefliği ve Gerze OİM Suludüz Orman İşletme Şefliği Orman İşletme kesim planı içerisinde yer alan 2 farklı kuruluştaki meşcere tiplerinin altındaki topraklardan 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm derinliğinde olmak üzere 3’ er adet toplamda 46 farklı noktadan 136 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri kilitli naylon torbalara konulmuş ve incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin alındığı noktalar not edilerek arazi çalışması tamamlanmıştır.

Toprak analizleri için çalışma alanından alınan yerlerin koordinatlarını ve yükseltilerini belirlemede El Tipi GPS kullanılmıştır.

Hacim ağırlığı için silindir Örnekleri, devrik olan veya olmayan orman ya da meşcere topraklardan strüktürü bozulmamış çelik silindirler ile alınan üst toprak örnekleri 3 tekerrürlü olmak üzere farklı genetik bakımından derinlik kademelerine göre toprak örnekleme yapılmıştır. Aşağıdaki 1’e göre toprakların hacim ağırlığı değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Hacim Ağırlığı} = \text{Fırın Kuru Toprak/Silindir Hacmi} \quad (1)$$

$$\text{Silindir Hacmi} = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

### 3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Çelik silindirler ile alınan üst toprak örnekleri, devrik olan ve devrik olmayan topraklarda belirleyici önemli bir unsurdur. Yine, organik madde birikimi, humus tipi, toprağın pH’ı, toprağın kireçliliği, toprak türü, su tutma kapasitesi vb. etmenler rüzgâr zararlarında büyük ölçüde etkili olmaktadır. Bütün bunlar göstermektedir ki, üst toprakla tespit edilen hacim ağırlığı, son derece değişken bir unsur olarak ortaya

çıkmaktadır. Bu nedenle örneklemelelerde profil sayısının tespiti için rüzgâr zararı olan ve rüzgâr zararı olmayan yerler karşılaştırmalı olarak esas alınmıştır.

### 3.2.3. Toprak Analizleri

Araziden getirilen toprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi için alınan strüktürü bozulmuş toprak örnekleri hava kurusu hale getirilmek üzere kurutma kağıtları üzerine serilmiştir. Hava kurusu hale gelen topraklar usulüne uygun olarak porselen havanlarda ezilerek 2 mm'lik eleklerden geçirilip numaralandırılmış ve naylon torbalara doldurularak analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.3.).

Su tutma kapasitesi, su ile doymuş hale gelen hacim ağırlığı örnekleri müteakiben eğimli bir yüzeyde serbest drenaja (yaklaşık olarak 30 dakika) tabi tutulduktan sonra tartıldı ve doymuş haldeki ağırlıkları tesbit edilmiştir. Daha sonra 24 saat süre ile 105°C etüvde kurutularak tartıldı ve fırın kurusu ağırlıkları hesap edilmiştir. Bu iki ağırlık arasındaki farktan ağırlık yüzdesi olarak su tutma kapasitesi 2'ye göre hesaplanmıştır (Özyuvacı,1975).

$$\text{Max. Su Tutma Kapasitesi (\%)} = (TYA - TKA) / TKA * 100 \quad (2)$$

TYA: Toprağın Yaş Ağırlığı

TKA: Toprağın Kuru Ağırlığı

Mekanik Analiz (Tekstür Tayini): Bouyoucos'un Hidrometre yöntemine göre, toprakların tekstür tayini Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Laboratuvarında yapılmıştır. Analizler 2 mm'lik elekten geçirilip hava kurusu toprak örnekleri üzerinden yapılacaktır. Bu işlem için ağır topraklardan 50 gr ve hafif topraklardan 100 gr'lık örnekler alınmıştır (Bouyoucos, 1936). Analizler için 400 ml'lik beherlere konulan toprak örnekleri üzerine 200 ml saf su ve 10 ml 0.008 N NaOH çözeltisi (Uluslararası Toprak Cemiyetinin, toprakların dispersleştirilmesi için uygun gördüğü miktar) (Baver, 1956) eklenen örnekler iyice karıştırılarak 24 saat süre ile dispersleşmeye bırakılmıştır. Belirtilen bu süre sonunda süspansiyon karıştırıcıya (mikser) aktarılarak 5 dk süre ile karıştırılmıştır. Karıştırıcıda içinde saf

su bulunan bir piset yardımıyla hidrometre silindirine aktarılan süspansiyonun üzeri 1000 ml olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır (Şekil 3.3). İlk okuma 4 dakika 48 saniye (4'48'')'de, ikinci okuma ise 120 dakika (120') sonra yapılmıştır. Okunan hidrometre değerleri üzerinde gerekli sıcaklık düzeltmeleri de yapılarak, ilk okumada (kil+toz) ikinci okumada (kil) ve bunların yardımıyla da kum ve toz fraksiyonlarının miktarı bulunmuştur (Karaöz, 1989; Balcı, 1996).

Toprak Organik Karbonun ve Toplam Azotun Belirlenmesi, Kastamonu Üniversitesi Merkez Laboratuvarında, kuru yakma yöntemine göre, Eurovector EA3000-Single CNH-S elementer analiz cihazında tayin edilmiştir (Vesterdal ve Raulund-Rasmussen, 1998).

Topraktaki Organik Karbon (TOK) ve Toplam Azot (TA) Depolama Kapasiteleri: toprak kütlesi, hacim ağırlığı ve toplam karbon veya azot miktarları dikkate alınarak hesaplanmış ve sonuçlar ton (t) ha<sup>-1</sup> olarak verilmiştir (Lee ve ark., 2009). Bu amaçla, her bir derinlik kademesinin toprak kütlesi; hacim ağırlığı ve dönüşüm katsayıları kullanılarak, birimi ton (t) ha<sup>-1</sup> olarak aşağıdaki 3'e göre hesaplanmıştır:

$$\text{Toprak Kütlesi (TK) (t ha}^{-1}\text{)} = (\text{HA} \times \text{Ti} \times 104) \quad (3)$$

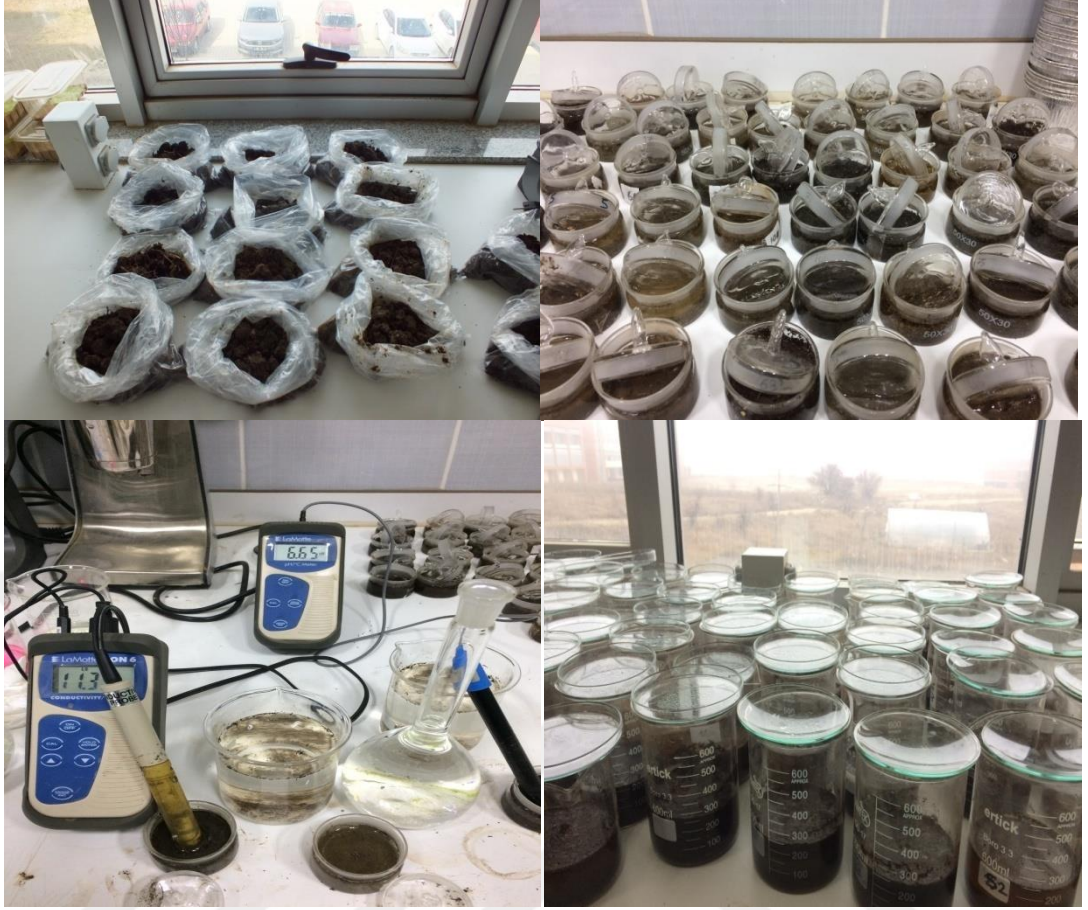
Burada, HA: hacim ağırlığını, Ti: i toprak derinliğini (m) ve 10<sup>4</sup> ise dönüşüm katsayısını (m<sup>2</sup>/ha) ifade etmektedir.

Toprakta depolanan toplam organik karbon (TOK) veya toplam azot (TA) miktarı ise 4'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{TOK veya TA-depolama: \%TOK veya \%TA} \times \text{Tki (t ha}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

Bu formülde verilen Tki, i toprak derinliğinde kuru toprağın kütlesini ifade etmektedir.

Toprak örneklerinin pH'sı 1/2.5 oranındaki toprak- saf su karışımında dijital pH metre ile ölçülmüştür (Gülçur, 1974).



Şekil 3.3. Laboratuvarında yapılan toprak analizleri

### 3.2.4. İstatistiksel Analizler

Arazi ve laboratuvarında yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen veriler bilgisayarda istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin rüzgâr zararı görülen ve görülmemiş arasında farklılık gösterip göstermediği varyans analizi yöntemi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi türlerin ilişkileri t-testi yöntemi ile, ortalamaların karşılaştırılması ise Duncan testi ile yapılmıştır. Çalışma kapsamında gerekli görülen verilerin algılanmasını kolaylaştırmak amacıyla Excel programı yardımıyla grafikler oluşturulmuştur.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Devrik ve Devrik Olmayan Alanlarda Bazı Toprak Özellikleri

Çalışma sonucunda bazı toprak özelliklerinin rüzgâr devriği olan ve olmayan alanlar bazında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmış farklılaşmadığını belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.1.' de verilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre; pH, elektriksel iletkenlik (EC), kil, toz, kum, hacim ağırlığı, gözenek hacmi, maksimum su tutma kapasitesi, azot yüzdesi, karbon yüzdesi, toplam azot miktarı, toprak organik karbon, makro besin elementleri (Ca, Mg, P, K, S), mikro besin elementleri (Mn, Zn, Al, Pb, Cu) bakımından istatistiki anlamda (%95 güven düzeyinde) bir farklılık belirlenmiştir (Tablo 4.1.)

Tablo 4.1. *Toprak türü varyans analizi sonuçları*

Toprak Özellikleri	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Önemlilik Düzeyi	
pH	Gruplar arası	,835	1	,835	2,296	,132	NS
	Gruplar içi	48,729	134	,364			
	Toplam	49,564	135				
EC (µS)	Gruplar arası	771,831	1	771,831	2,388	,125	NS
	Gruplar içi	43307,431	134	323,190			
	Toplam	44079,262	135				
Kil(%)	Gruplar arası	441,804	1	441,804	15,730	,000	1*2***
	Gruplar içi	3763,617	134	28,087			
	Toplam	4205,421	135				
Toz(%)	Gruplar arası	454,991	1	454,991	8,437	,004	1*2*
	Gruplar içi	7226,028	134	53,926			
	Toplam	7681,019	135				
Kum(%)	Gruplar arası	1787,434	1	1787,434	24,998	,000	1*2***
	Gruplar içi	9581,406	134	71,503			
	Toplam	11368,840	135				
Hacim Ağırlığı	Gruplar arası	,141	1	,141	11,545	,001	1*2**
	Gruplar içi	1,635	134	,012			
	Toplam	1,776	135				
Gözenek Hacmi	Gruplar arası	857,948	1	857,948	16,428	,000	1*2***
	Gruplar içi	6998,277	134	52,226			
	Toplam	7856,224	135				
Mak. Su Tutma Kapasitesi	Gruplar arası	463,448	1	463,448	4,688	,032	1*2*
	Gruplar içi	13246,812	134	98,857			
	Toplam	13710,260	135				
(N) %	Gruplar arası	,074	1	,074	9,321	,003	1*2*
	Gruplar içi	1,064	134	,008			
	Toplam	1,139	135				
(C) %	Gruplar arası	9,814	1	9,814	5,207	,024	1*2*
	Gruplar içi	252,535	134	1,885			
	Toplam	262,348	135				

Tablo 4.1. 'in devamı

<b>N (t ha<sup>-1</sup>)</b>	Gruplar arası	7,296	1	7,296	15,747	,000	1*2***
	Gruplar içi	62,086	134	,463			
	Toplam	69,382	135				
<b>C(t ha<sup>-1</sup>)</b>	Gruplar arası	1261,849	1	1261,849	9,505	,002	1*2
	Gruplar içi	17790,011	134	132,761			
	Toplam	19051,859	135				
<b>Ca</b>	Gruplar arası	112341571,920	1	112341571,920	,471	,494	NS
	Gruplar içi	31943001733,014	134	238380609,948			
	Toplam	32055343304,934	135				
<b>Mg</b>	Gruplar arası	6917641375,070	1	6917641375,070	4,275	,041	1*2*
	Gruplar içi	216845125332,430	134	1618247203,973			
	Toplam	223762766707,500	135				
<b>P</b>	Gruplar arası	428221,039	1	428221,039	4,715	,032	1*2*
	Gruplar içi	12169673,672	134	90818,460			
	Toplam	12597894,711	135				
<b>K</b>	Gruplar arası	463947827,158	1	463947827,158	1,505	,222	NS
	Gruplar içi	41310457541,077	134	308286996,575			
	Toplam	41774405368,235	135				
<b>S</b>	Gruplar arası	217822,532	1	217822,532	,679	,411	NS
	Gruplar içi	42965350,417	134	320636,943			
	Toplam	43183172,949	135				
<b>Mn</b>	Gruplar arası	1823124,037	1	1823124,037	12,466	,001	1*2**
	Gruplar içi	19597972,164	134	146253,524			
	Toplam	21421096,201	135				
<b>Al</b>	Gruplar arası	383376961,862	1	383376961,862	,677	,412	NS
	Gruplar içi	75860443976,374	134	566122716,242			
	Toplam	76243820938,235	135				
<b>Zn</b>	Gruplar arası	52945,266	1	52945,266	28,299	,000	1*2***
	Gruplar içi	250702,539	134	1870,914			
	Toplam	303647,805	135				
<b>Cu</b>	Gruplar arası	45,849	1	45,849	,288	,592	NS
	Gruplar içi	21299,429	134	158,951			
	Toplam	21345,278	135				
<b>Fe</b>	Gruplar arası	163710926,746	1	163710926,746	,611	,436	N.S
	Gruplar içi	35932137764,999	134	268150281,828			
	Toplam	36095848691,746	135				
<b>Pb</b>	Gruplar arası	253,634	1	253,634	2,060	,154	NS
	Gruplar içi	16499,370	134	123,130			
	Toplam	16753,004	135				

1:Devrik 2:Devrik olmayan \*p&lt;0,05 \*\*p&lt;0,01 \*\*\*p&lt;0,00

Çalışmaya konu devrik ve devrik olmayan alanlardaki toprak özelliklerinin nasıl gruplaştığını belirleyebilmek amacıyla verilere Duncan testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.2.'de verilmiştir. Devrik alanlarda bazı toprak özellikleri devrik olmayan alanlara göre en yüksek bulunmuştur (toz, kil, maksimum su tutma kapasitesi, Ca, Mg, K konsantrasyonları hariç) (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Toprak türü bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Toprak Özellikleri	Devrik Var	Devrik Yok
Ph	5.69±0.66	5.53±0.48
EC $\mu$ S	27.04±19.90	22.14±14.30
Kil(%)	11.15±4.66	14.86±6.20
Toz(%)	20.74±7.10	24.5±7.72
Kum(%)	68.1±7.09	60.64±10.30
Hacim Ağırlığı	0.79±0.11	0.72±0.11
Gözenek Hacmi	42.05±7.77	36.88±6.25
Max Su Tutma Kapasitesi	6.04±8.45	9.84±11.98
N (%)	0.23±0.09	0.18±0.09
C (%)	4.02±1.34	3.47±1.43
N (t ha <sup>-1</sup> )	1.8±0.68	1.32±0.68
C (t ha <sup>-1</sup> )	31.65±11.18	25.38±12.05
Ca	21124.18±15068.23	22994.42±16025.55
Mg	37738.35±30898.08	52414.33±51943.74
P	657.91±307.99	542.45±290.24
K	17401±14341.25	21201.69±21801.12
S	473.26±537.37	390.91±610.33
Mn	1253.89±423.65	1015.63±303.62
Al	88043.21±19121.63	84588.27±29873.13
Zn	111.45±49.64	70.85±30.09
Cu	33.76±11.04	32.56±14.81
Fe	45211.55±15731.45	42953.85±17372.18
Pb	23.49±11.59	20.68±10.24

Bağımsız t testine göre devrik ve devrik olmayan alanlarda tespit edilen bazı toprak özellikleri bakımından EC, kil (%), kum (%), maksimum su tutma kapasitesi (%), Mg, K, Mn, Al, Zn, Cu konsantrasyonları değerlerine ait ölçüm değerlerin ortalama varyansları eşit değildir. Eşit olmayan varyans t testine göre tespit edilen bazı toprak özelliklerinin ortalamaları  $P>0,05$  önem düzeyinde kil (%), toz (%), kum (%), hacim ağırlığı, gözenek hacmi, maksimum su tutma kapasitesi, TA, TOK, P, Mn, Zn konsantrasyonların ortalamaları birbirinden farklıdır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Devrik ile devrik olmayan alanındaki farklılıkları belirlemek için yapılan bağımsız t testi

Toprak Özellikleri	F	P	t	sd	P
pH	3.167	0.077	1,515	134	,132
EC	5.552	0.020	1,667	130,961	,098
Kil(%)	9.140	0.003	-3,712	86,358	,000
Toz(%)	0.436	0.510	-2,905	134	,004
Kum(%)	10.200	0.002	4,592	80,970	,000
Hacim Ağırlığı	0.046	0.830	3,398	134	,001
Gözenek Hacmi	1.491	0.224	4,053	134	,000
Mak. STK	15.101	0.000	-1,999	82,473	,049
(N) %	0.002	0.964	3,053	134	,003

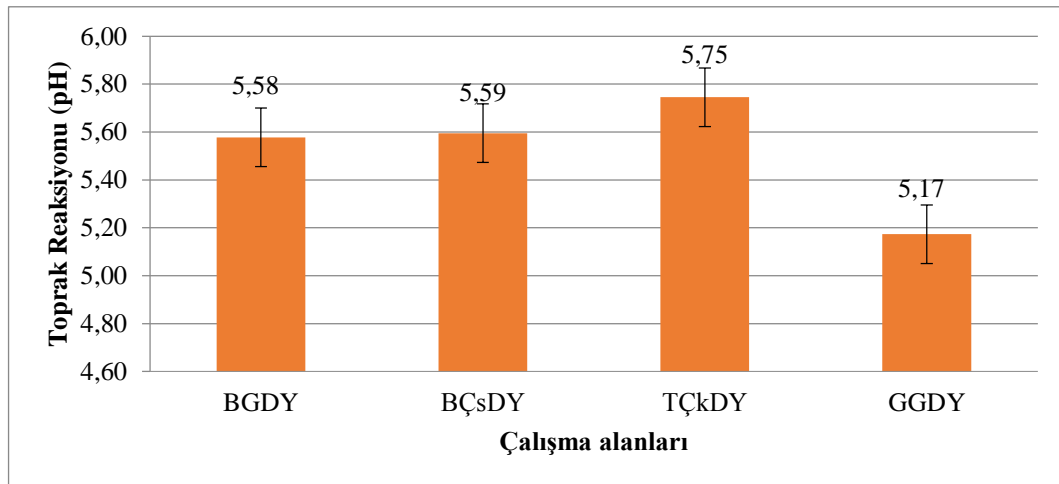
Tablo 4.3. 'ün devamı

(C) %	0.048	0.827	2,282	134	,024
N (t ha <sup>-1</sup> )	0.112	0.739	3,968	134	,000
C (t ha <sup>-1</sup> )	0.004	0.952	3,083	134	,002
Ca	1.593	0.209	-,686	134	,494
Mg	20.596	0.000	-1,845	73,619	,069
P	1.845	0.177	2,171	134	,032
K	22.895	0.000	-1,116	78,521	,268
S	0.117	0.733	,824	134	,411
Mn	10.529	0.001	3,810	131,048	,000
Al	16.901	0.000	,745	77,104	,459
Zn	19.120	0.000	5,938	133,963	,000
Cu	7.292	0.008	,502	85,881	,617
Fe	3.488	0.064	,781	134	,436
Pb	1.631	0.204	1,435	134	,154

Bazı toprak özellikleri üzerinde dört farklı çalışma alanlarının sonuçları ayrı ayrı gösterilmiştir (Grafik 4.1.-Grafik 4.23.).

#### 4.1.1. Toprak Reaksiyonu (pH)

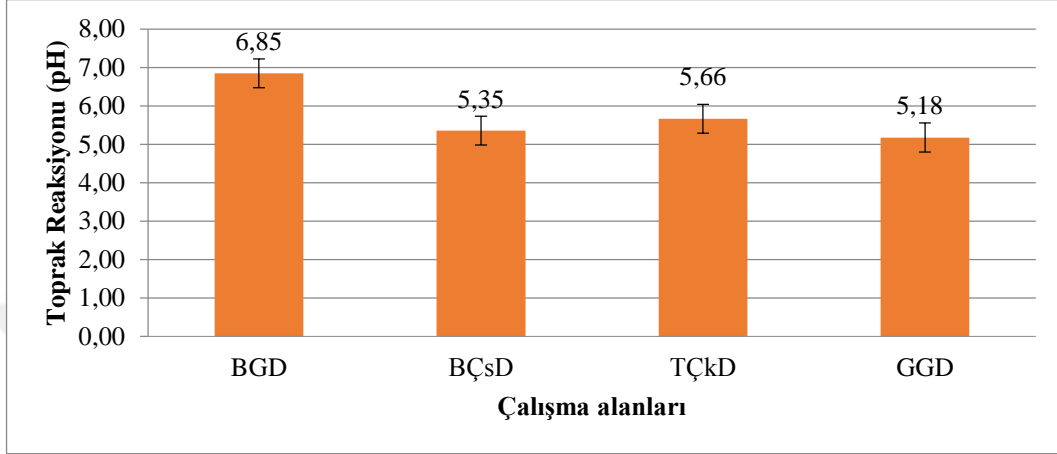
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama pH'ı 5,17 ile 6,85 arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama toprak pH'ı en yüksek Tekçam karaçam türleri altında (TÇkDY) ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve en düşük Gerze göknar (GGDY) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.1.).



Grafik 4.1. Devrik olmayan alan topraklarında pH değişimi



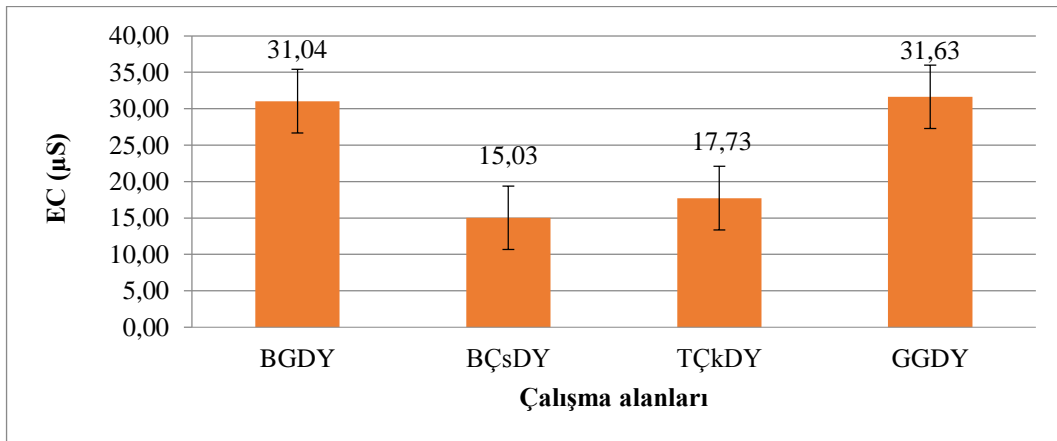
Devrik alanlarda ortalama toprak pH'ı en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.2.).



Grafik 4.2. Devrik olan alan topraklarında pH değişimi

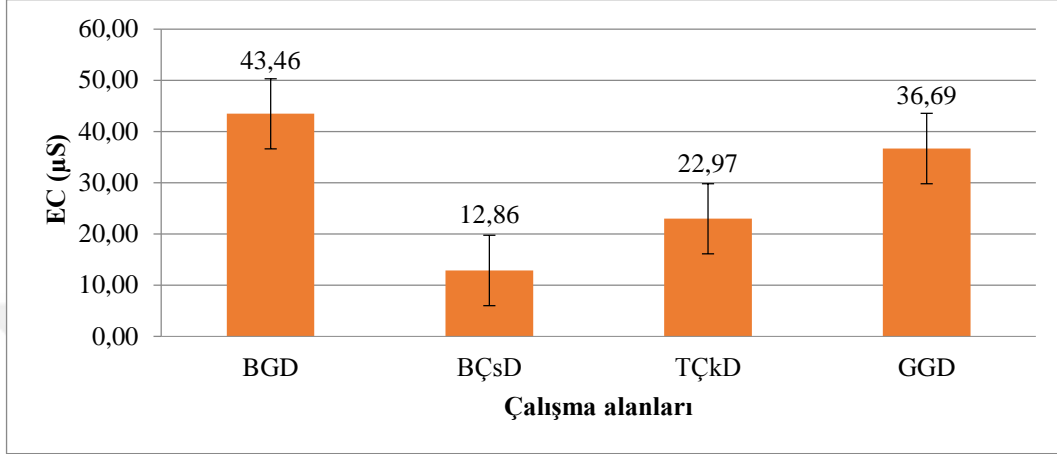
#### 4.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama EC 43,46  $\mu$ S ile 12,86  $\mu$ S arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama EC en yüksek Gerze göknar türleri altında (GGDY) ve anılan sıralamaya göre Boyabat göknar (BGDY), Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında ve en düşük Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.3.).



Grafik 4.3. Devrik olmayan alan topraklarında EC değişimi

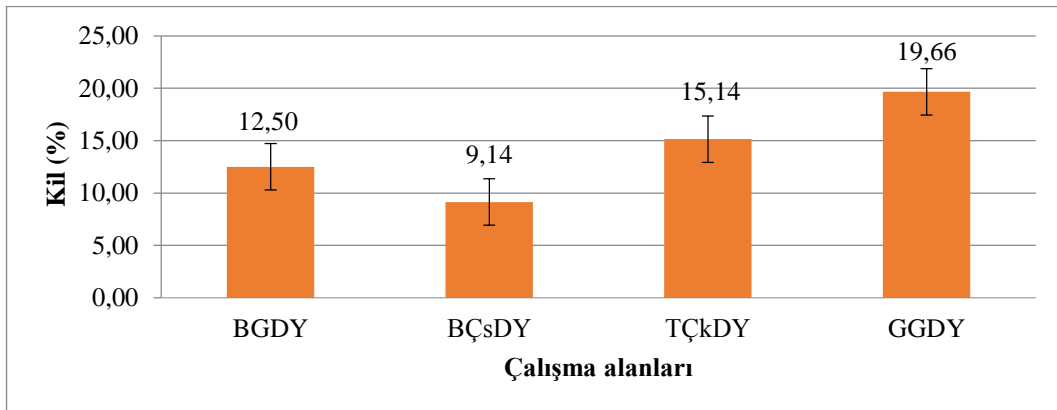
Devrik alanlarda ortalama toprak EC'si en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.4.).



Grafik 4.4. Devrik alan topraklarında EC değişimi

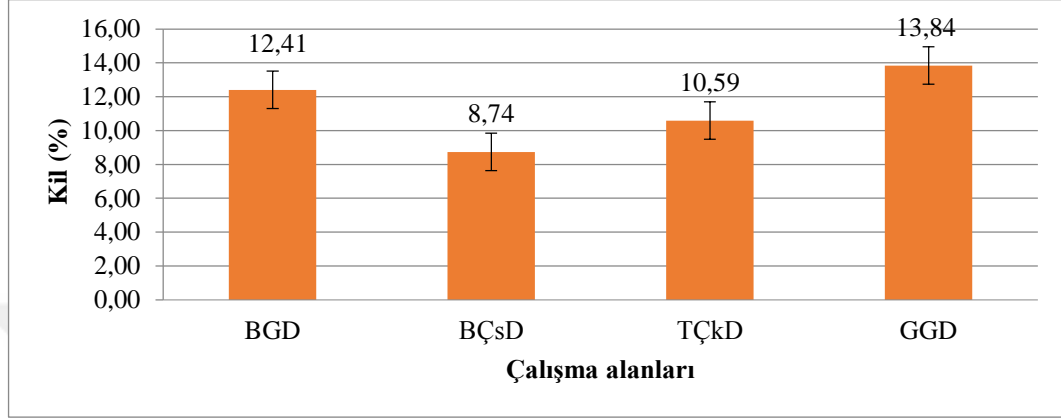
#### 4.1.3. Toprak Kil Miktarı (%)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama kil miktarı %19,66 ile % 8,74 arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama kil miktarı en yüksek Gerze göknar türleri altında (GGDY) ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkDY), Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve en düşük Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.5.).



Grafik 4.5. Devrik olmayan alan topraklarında kil miktarı (%) değişimi

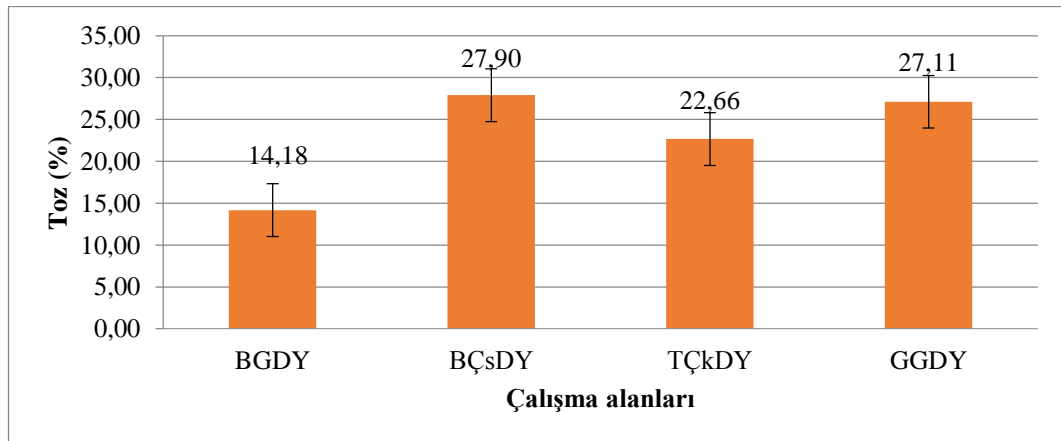
Devrik alanlarda ortalama kil miktarı en yüksek Gerze göknar (GGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Boyabat göknar (BGD), Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.6.).



Grafik 4.6. Devrik olan alan topraklarında kil miktarı (%) değişimi

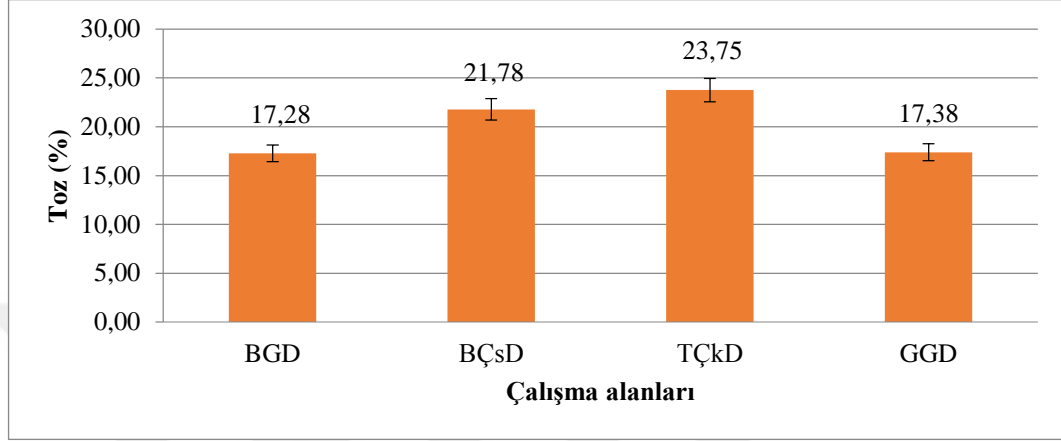
#### 4.1.4. Toprak Toz Miktarı (%)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama toz miktarı % 27,9 ile % 14,18 arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama toz miktarı en yüksek Bayam sarıçam türleri altında (BÇsDY) ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGDY), Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında ve en düşük Boyabat göknar (BGDY) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.7.).



Grafik 4.7. Devrik olmayan alan topraklarında toz miktarı (%) değişimi

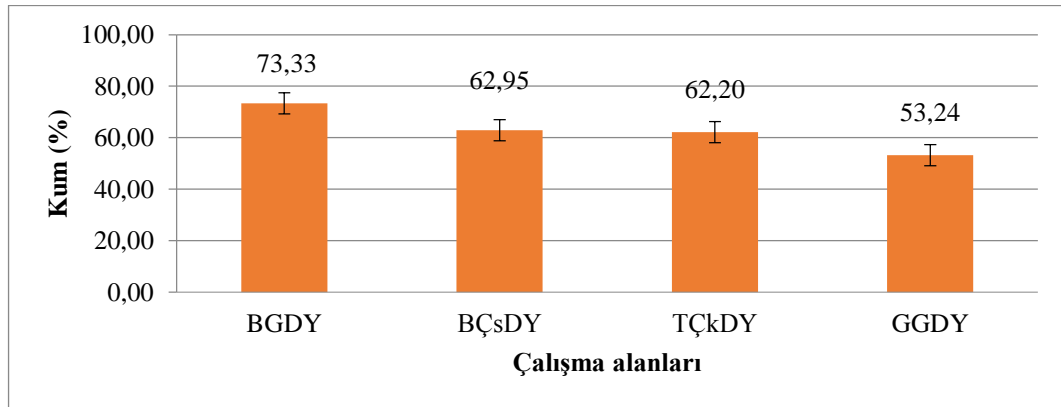
Devrik alanlarda ortalama toz miktarı en yüksek Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsD), Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Boyabat göknar (BGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.8.).



Grafik 4.8. Devrik olan alan topraklarında toz miktarı (%) değişimi

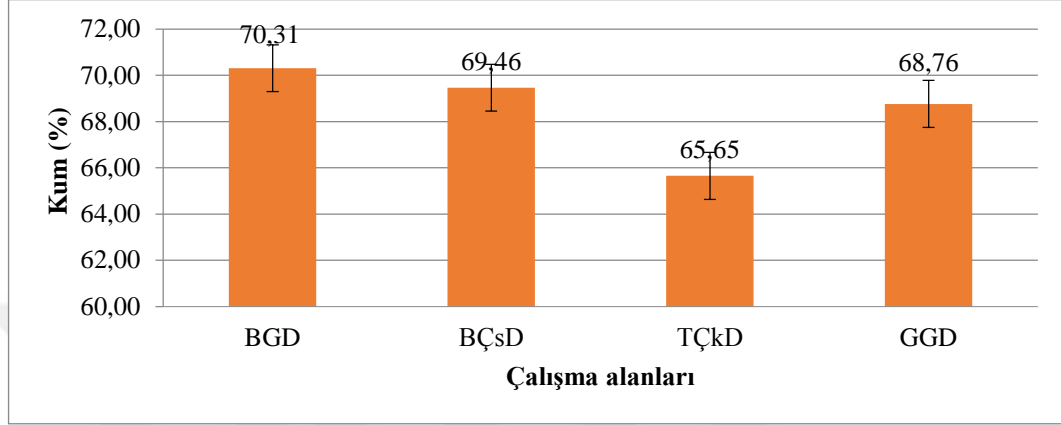
#### 4.1.5. Toprak Kum Miktarı (%)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama kum miktarı % 73,33 ile % 53,24 arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama kum miktarı en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri ile en düşük Gerze göknar (GGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.9.).



Grafik 4.9. Devrik olmayan alan topraklarında kum miktarı (%) değişimi

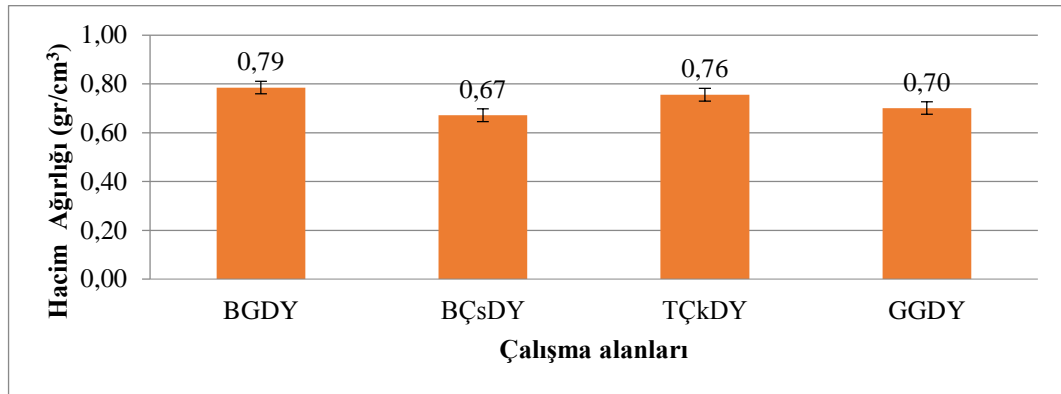
Devrik alanlarda ortalama kum miktarı en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsD), Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.10.).



Grafik 4.10. Devrik olan alan topraklarında kum miktarı (%) değişimi

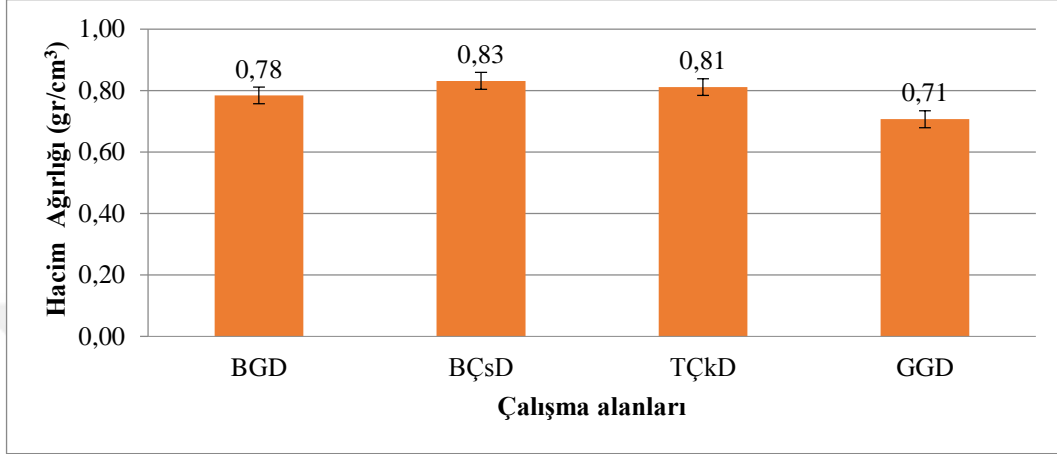
#### 4.1.6. Toprak Hacim Ağırlığı ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama hacim ağırlığı  $0,67 \text{ g}/\text{cm}^3$  ile  $0,83 \text{ g}/\text{cm}^3$  arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama hacim ağırlığı en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkDY), Gerze göknar (GGDY) türleri ile en düşük Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.11.).



Grafik 4.11. Devrik olmayan alan topraklarında hacim ağırlığı değişimi

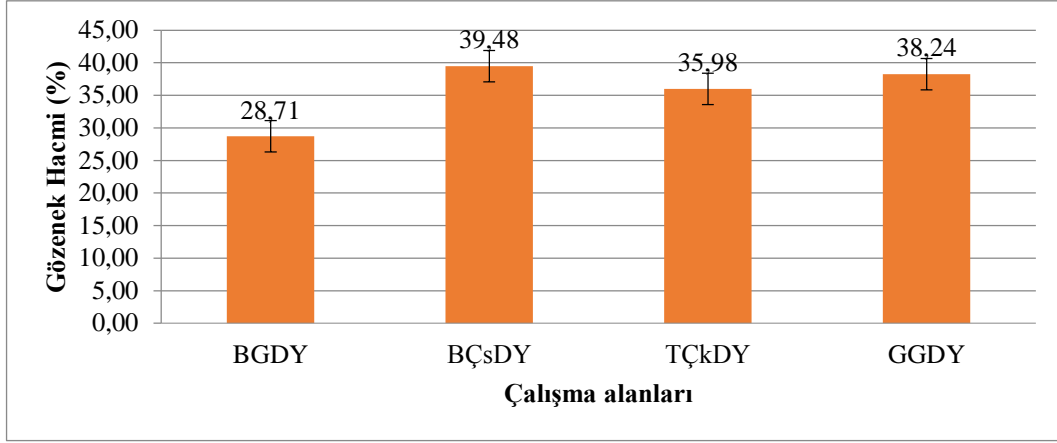
Devrik alanlarda ortalama hacim ağırlığı en yüksek Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkD), Boyabat göknar (BGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.12.).



Grafik 4.12. Devrik olan alan topraklarında hacim ağırlığı değişimi

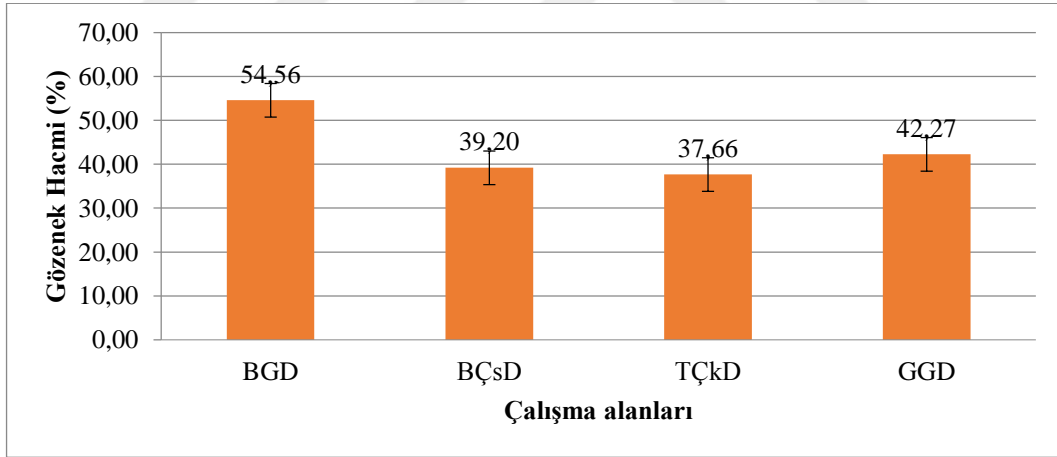
#### 4.1.7. Toprak Gözenek Hacmi (%)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının gözenek hacmi %28,71 ile %54,56 arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama gözenek hacmi en yüksek Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGDY), Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri ile en düşük Boyabat göknar (BGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.13.).



Grafik 4.13. Devrik olmayan alan topraklarında gözenek hacmi değişimi

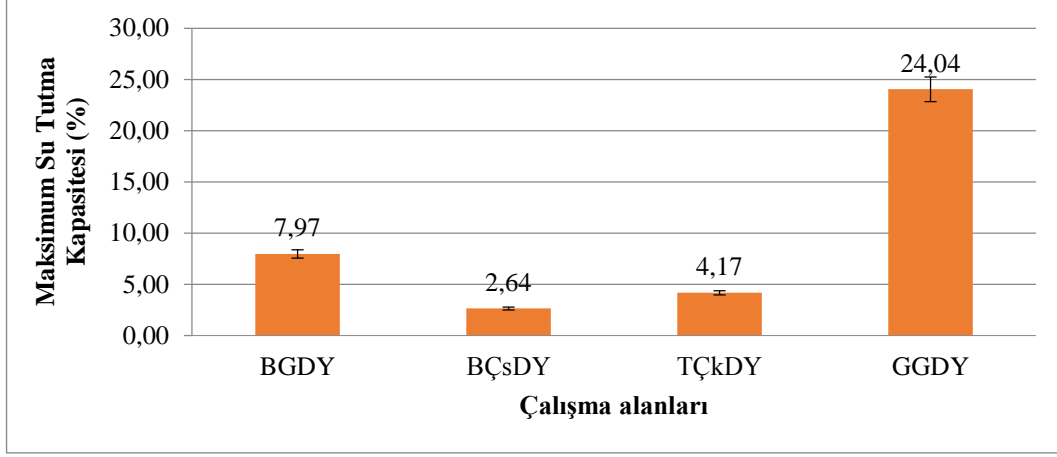
Devrik alanlarda ortalama gözenek hacmi en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.14.).



Grafik 4.14. Devrik olan alan topraklarında gözenek hacmi değişimi

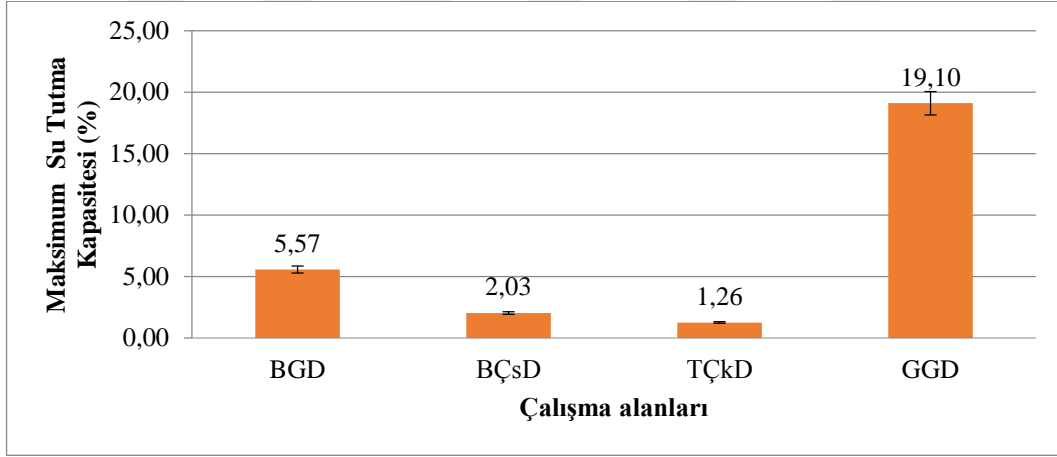
#### 4.1.8. Toprakta Maksimum Su Tutma Kapasitesi (%)

Devrik olmayan alanlarda ortalama maksimum su tutma kapasitesi en yüksek Gerze Gökna (GGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Boyabat göknar (BGDY), Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri ile en düşük Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.15.).



Grafik 4.15. Devrik olmayan alan topraklarında maksimum su tutma kapasitesi değişimi

Devrik alanlarda ortalama maksimum su tutma kapasitesi en yüksek Gerze göknar (GGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Boyabat göknar (BGD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.16.).



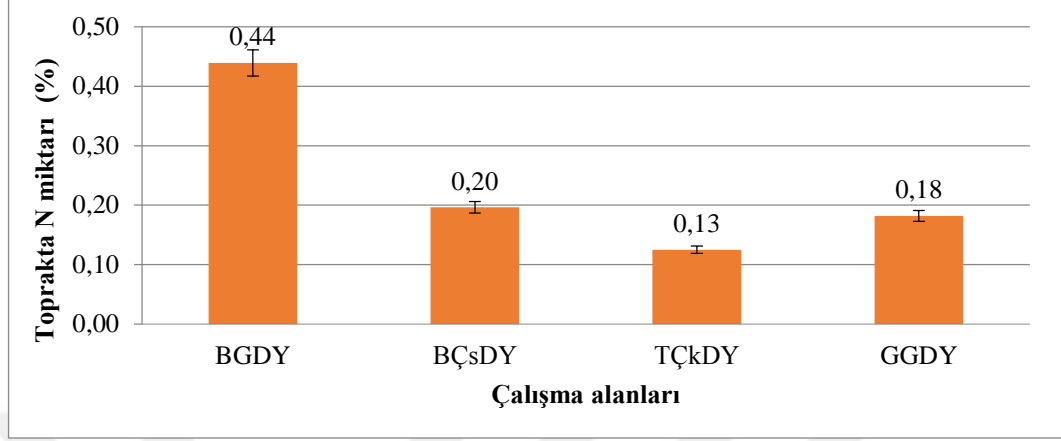
Grafik 4.16. Devrik olan alan topraklarında maksimum su tutma kapasitesi değişimi

#### 4.1.9. Toprakta Azot Miktarı (%)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama azot miktarı %0,13 ile %0,44 arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama azot miktarı en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya

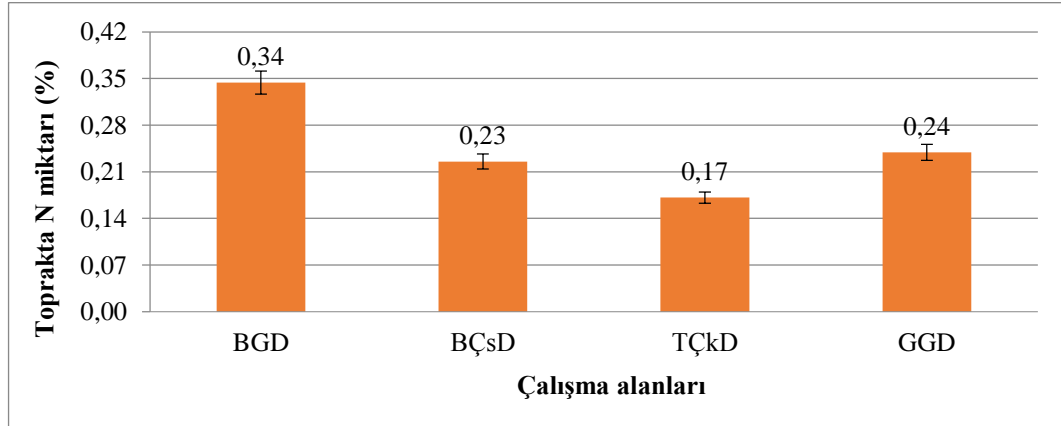


göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Gerze göknar (GGDY) türleri ile en düşük Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.17.).



Grafik 4.17. Devrik olmayan alan topraklarında N miktarı (%) değişimi

Devrik alanlarda ortalama azot miktarı en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.18.).

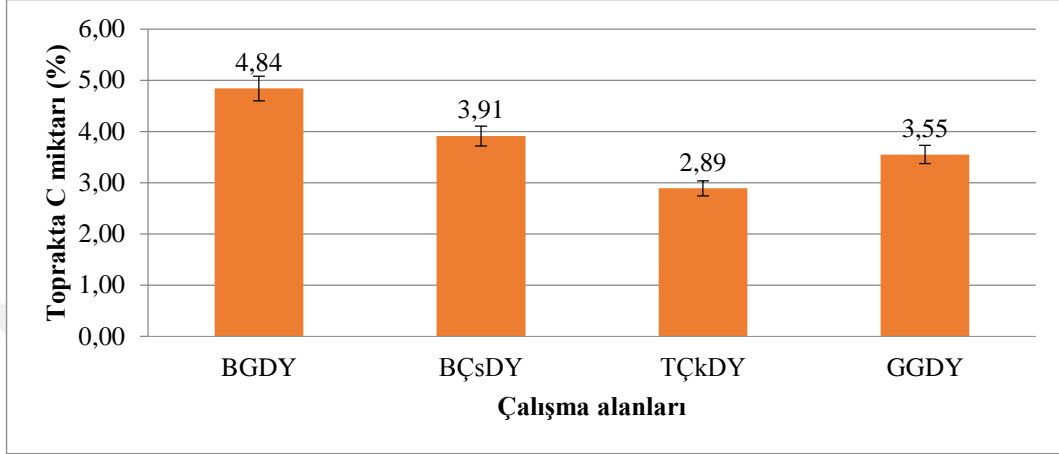


Grafik 4.18. Devrik olan alan topraklarında N miktarı (%) değişimi

#### 4.1.10. Toprakta Karbon Miktarı (%)

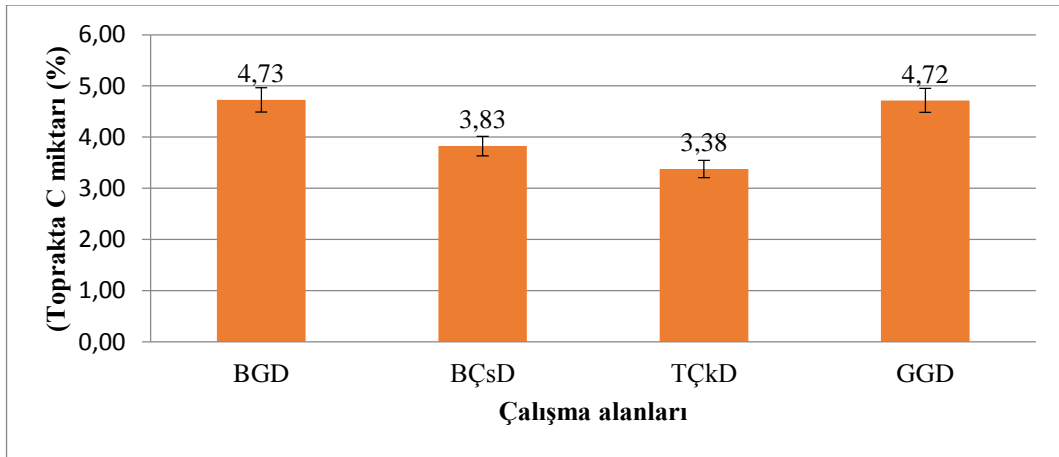
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının ortalama karbon miktarı %2,89 ile %4,84 arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda ortalama

karbon miktarı en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Gerze göknar (GGDY) türleri ile en düşük Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.19.).



Grafik 4.19. Devrik olmayan alan topraklarında C miktarı (%) değişimi

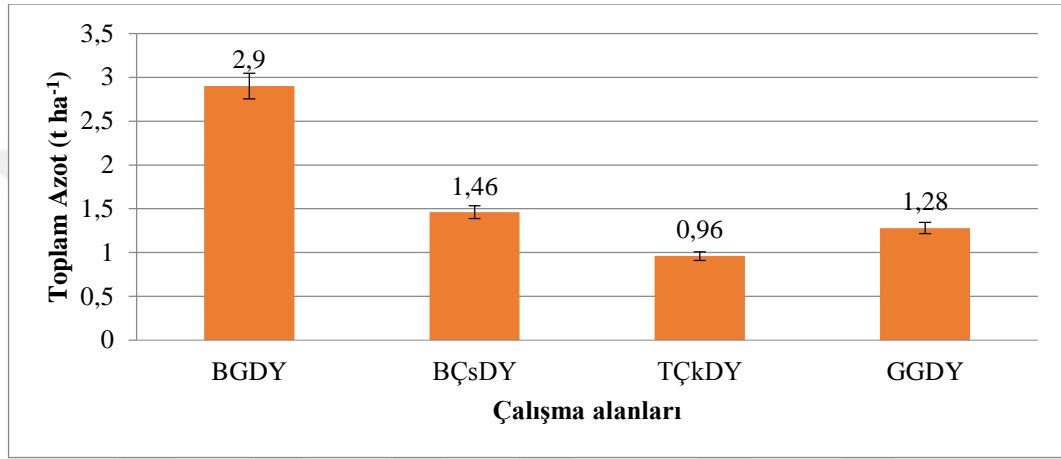
Devrik alanlarda ortalama karbon miktarı en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.20.).



Grafik 4.20. Devrik olan alan topraklarında C miktarı (%) değişimi

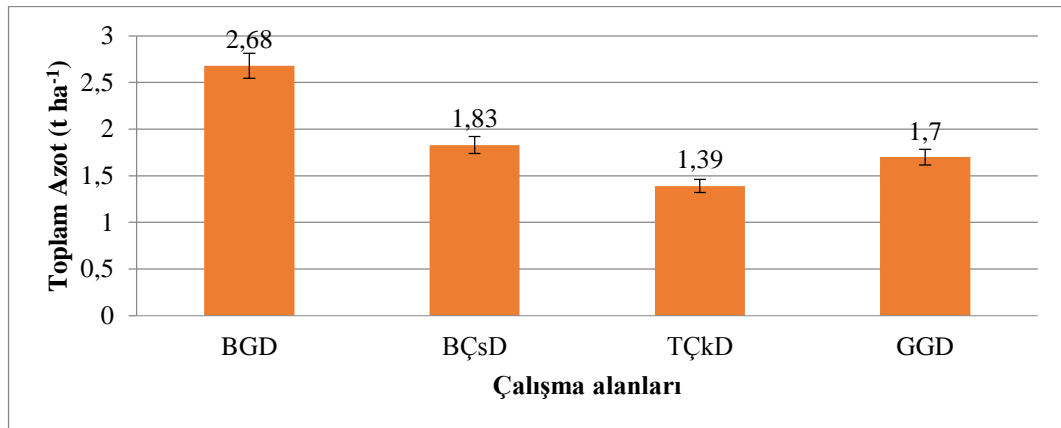
#### 4.1.11. Toplam Azot (TA)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının toplam azot  $0,96 \text{ t ha}^{-1}$  ile  $2,9 \text{ t ha}^{-1}$  arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda toplam azot en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Gerze göknar (GGDY) türleri ile en düşük Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.21.).



Grafik 4.21. Devrik olmayan alan topraklarında TA ( $\text{t ha}^{-1}$ ) değişimi

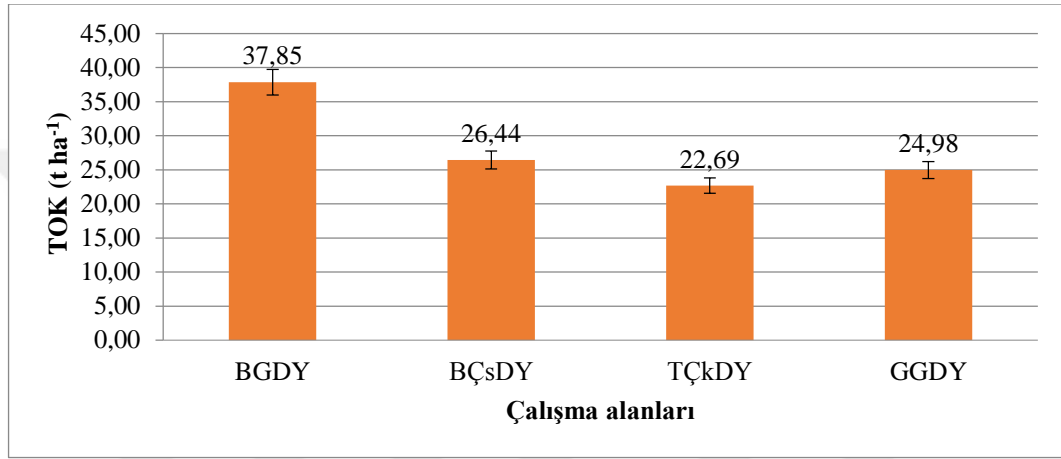
Devrik alanlarda toplam azot en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsD), Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.22.).



Grafik 4.22. Devrik olan alan topraklarında TA ( $\text{t ha}^{-1}$ ) değişimi

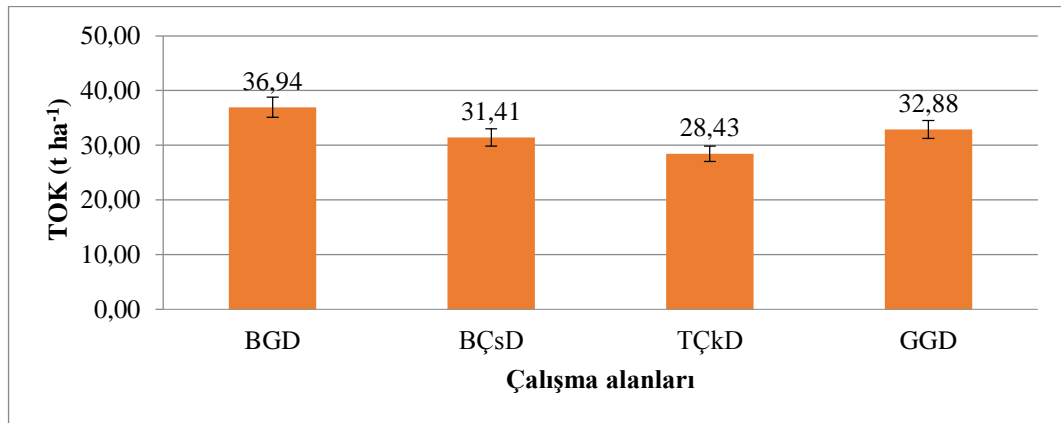
#### 4.1.12. Toprak Organik Karbon (TOK)

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının organik C 22,69 t ha<sup>-1</sup> ile 37,85 t ha<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda organik C en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Gerze göknar (GGDY) türleri ile en düşük Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.23.).



Grafik 4.23. Devrik olmayan alan topraklarında TOK (t ha<sup>-1</sup>) değişimi

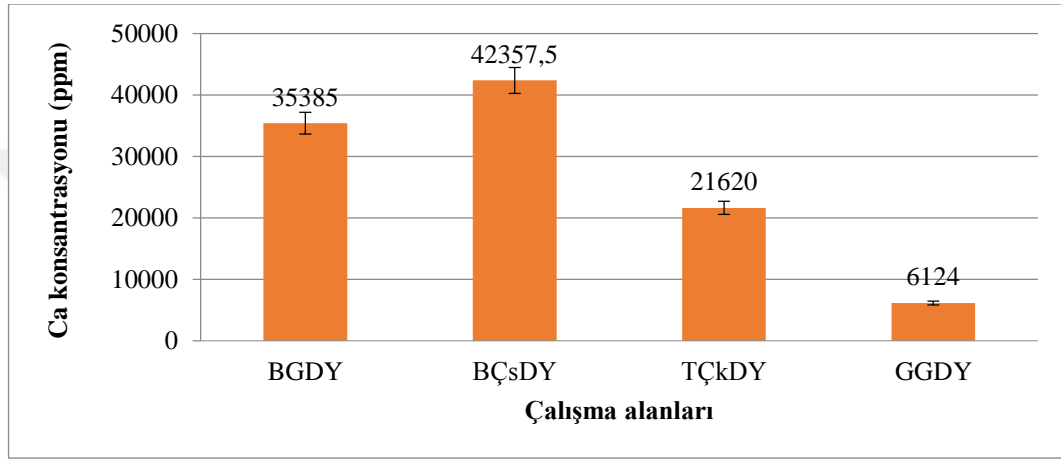
Devrik alanlarda organik C en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.24.).



Grafik 4.24. Devrik olmayan alan topraklarında TOK (t ha<sup>-1</sup>) değişimi

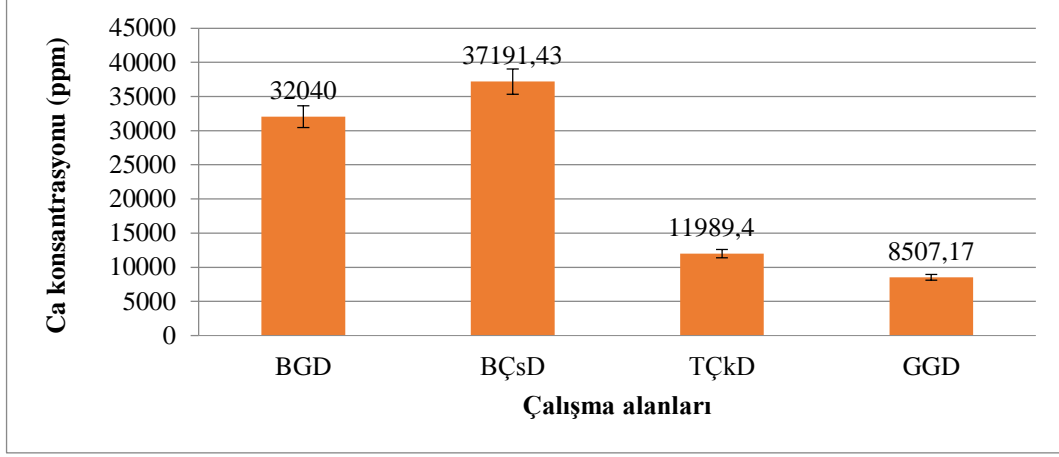
#### 4.1.13. Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının Ca konsantrasyonu 6124 ppm ile 42357,5 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Ca konsantrasyonu en yüksek Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre, Boyabat göknar (BGDY), Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri ile en düşük Gerze göknar (GGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.25.).



Grafik 4.25. Devrik olmayan alan topraklarında Ca konsantrasyonu değişimi

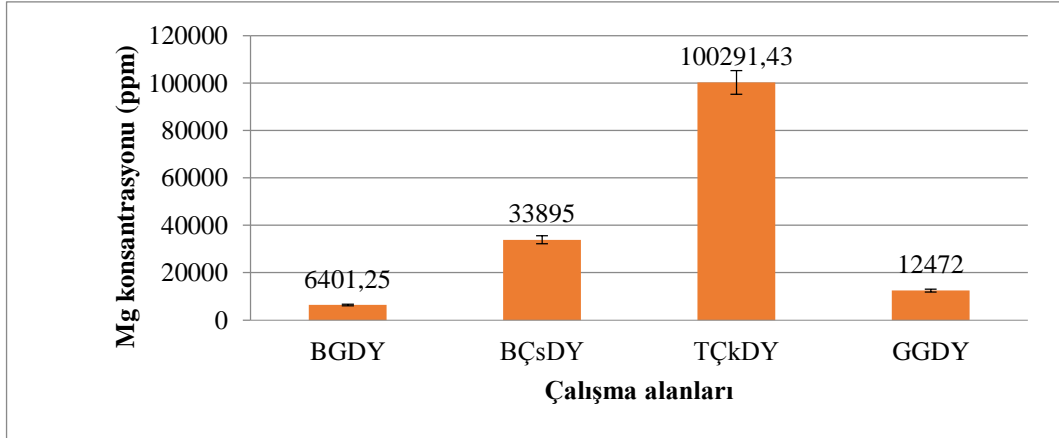
Devrik alanlarda Ca konsantrasyonu en yüksek Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Boyabat göknar (BGD), Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.26.).



Grafik 4.26. Devrik olan alan topraklarında Ca konsantrasyonu değişimi

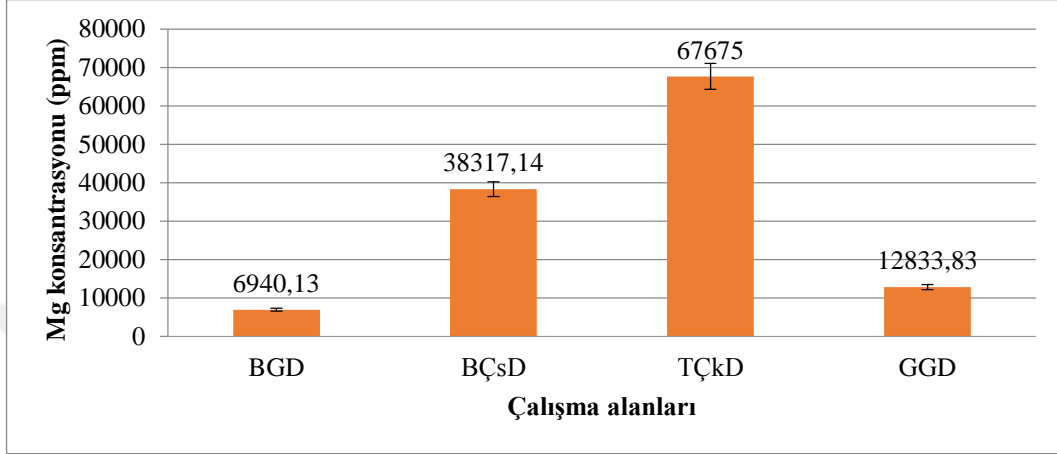
#### 4.1.14. Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının Mg konsantrasyonu 6401,25 ppm ile 100291,43 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Mg konsantrasyonu en yüksek Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Gerze göknar (GGDY) türleri ile en düşük Boyabat göknar (BGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.27.).



Grafik 4.27. Devrik olmayan alan topraklarında Mg konsantrasyonu değişimi

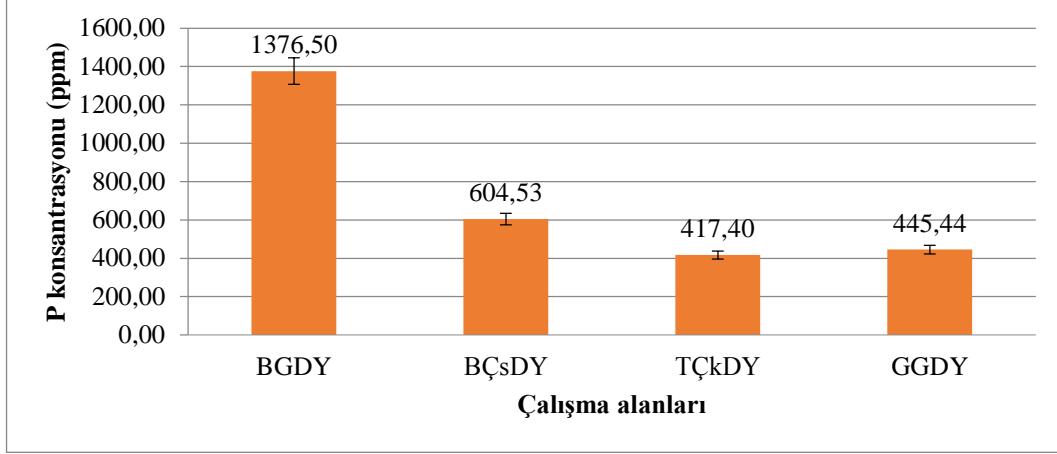
Devrik alanlarda Mg konsantrasyonu en yüksek Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsD), Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Boyabat göknar (BGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.28.).



Grafik 4.28. Devrik olan alan topraklarında Mg konsantrasyonu değişimi

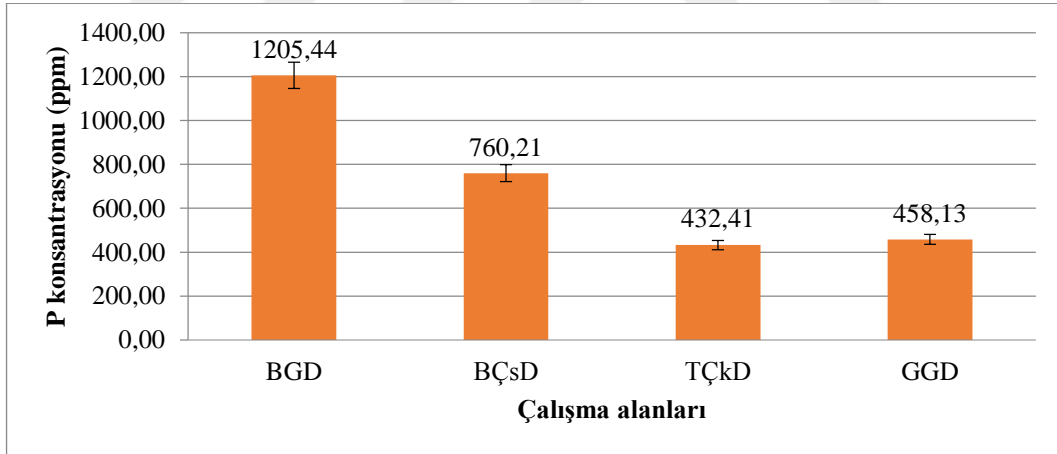
#### 4.1.15. Fosfor (P) Konsantrasyonu

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının P konsantrasyonu 417,40 ppm ile 1376,50 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda P konsantrasyonu en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Gerze göknar (GGDY) türleri ile en düşük Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.29.).



Grafik 4.29. Devrik olmayan alan topraklarında P konsantrasyonu değişimi

Devrik alanlarda P konsantrasyonu en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsD), Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.30.).

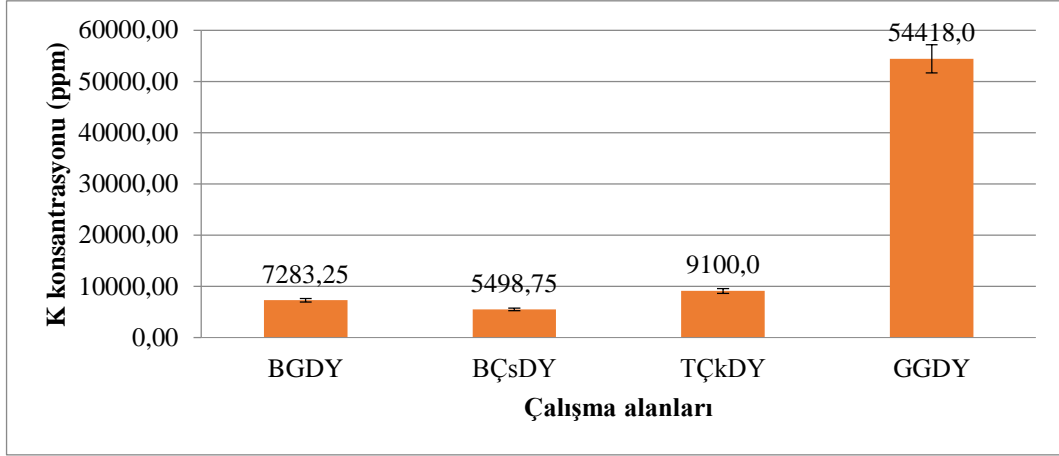


Grafik 4.30. Devrik olan alan topraklarında P konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.16. Potasyum (K) Konsantrasyonu

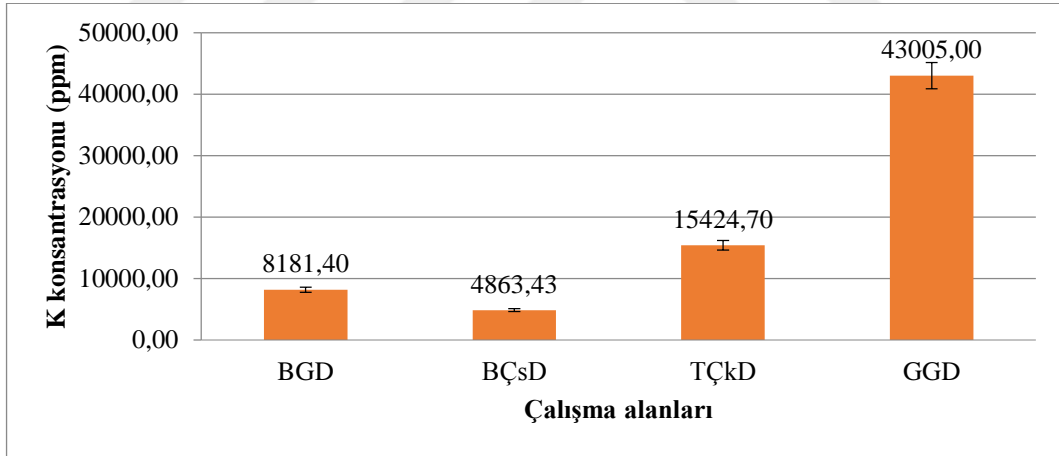
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının K konsantrasyonu 4863,43 ppm ile 54418,0 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda K konsantrasyonu en yüksek Gerze göknar (GGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkDY), Boyabat göknar (BGDY) türleri ile en düşük Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.31.).





Grafik 4.31. Devrik olmayan alan topraklarında K konsantrasyonu değişimi

Devrik alanlarda K konsantrasyonu en yüksek Gerze göknar (GGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkD), Boyabat göknar (BGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.32.).

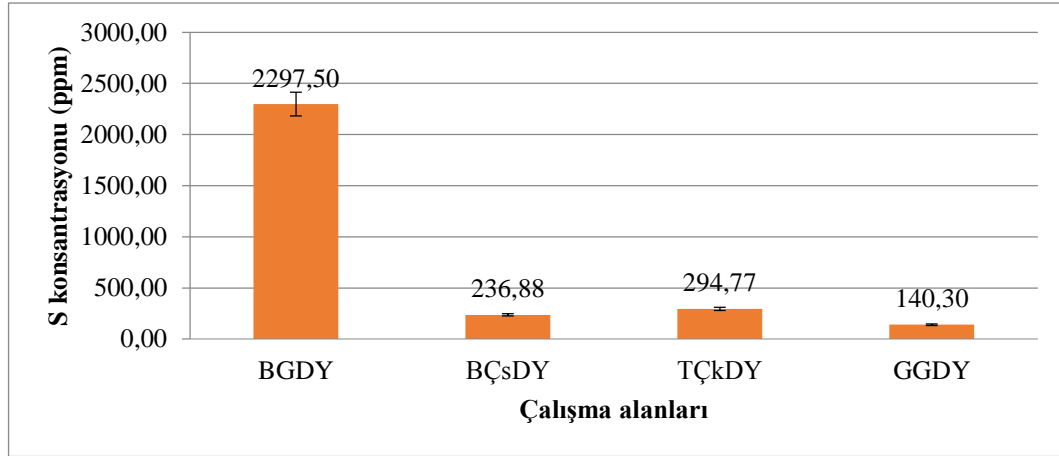


Grafik 4.32. Devrik olan alan topraklarında K konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.17. Kükürt (S) Konsantrasyonu

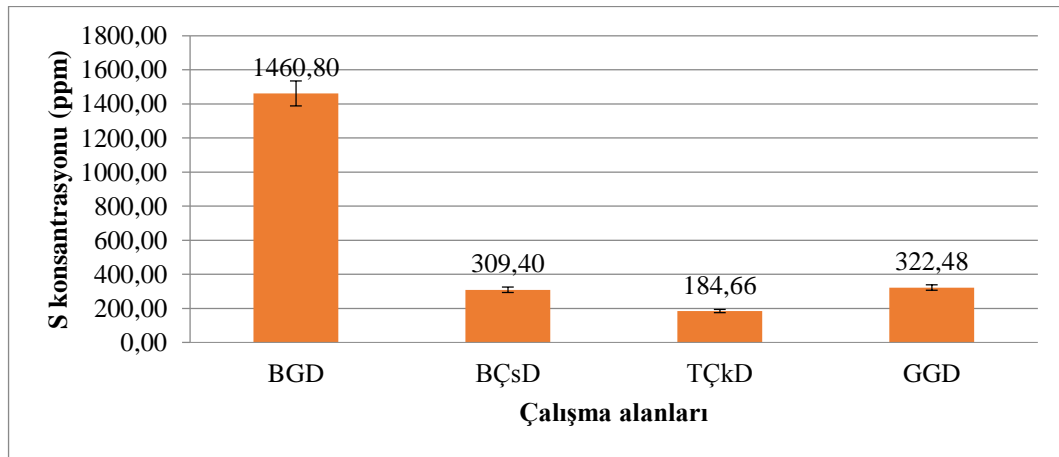
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının S konsantrasyonu 140,30 ppm ile 2297,50 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda S konsantrasyonu en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam(TÇkDY), Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri ile en

düşük Gerze göknar (GGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.33.).



Grafik 4.33. Devrik olmayan alan topraklarında S konsantrasyonu değişimi

Devrik alanlarda S konsantrasyonu en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.34.).

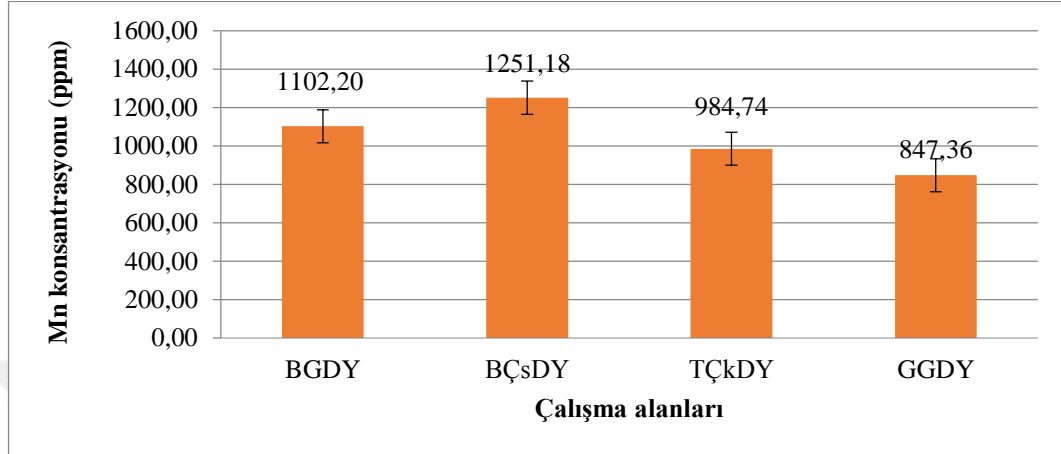


Grafik 4.34. Devrik olan alan topraklarında S konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.18. Manganez (Mn) Konsantrasyonu

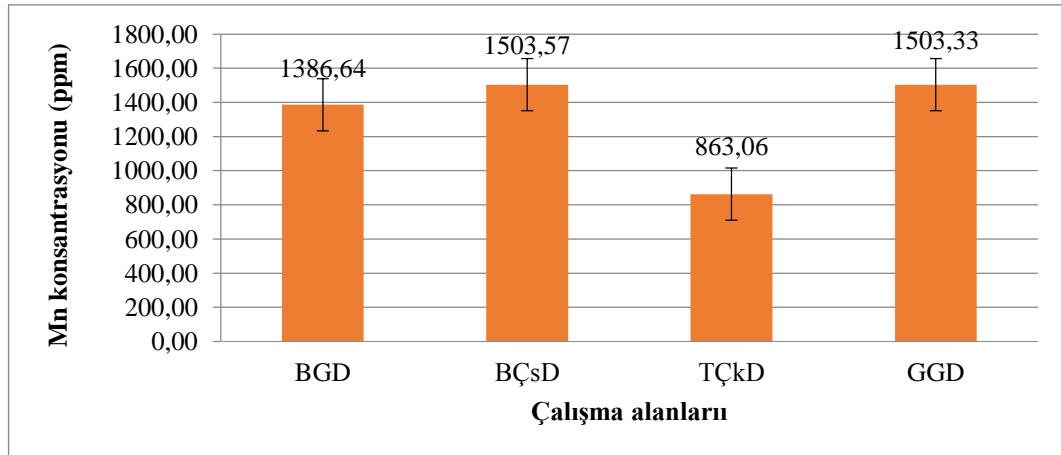
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarının Mn konsantrasyonu 847,36 ppm ile 1503,57 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Mn

konsantrasyonu en yüksek Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Boyabat göknar (BGDY), Tekçam karaçam (TÇkDY), türleri ile en düşük Gerze göknar (GGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.35.).



Grafik 4.35. Devrik olmayan alan topraklarında Mn konsantrasyonu değişimi

Devrik alanlarda Mn konsantrasyonu en yüksek Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Boyabat göknar (BGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.36.).

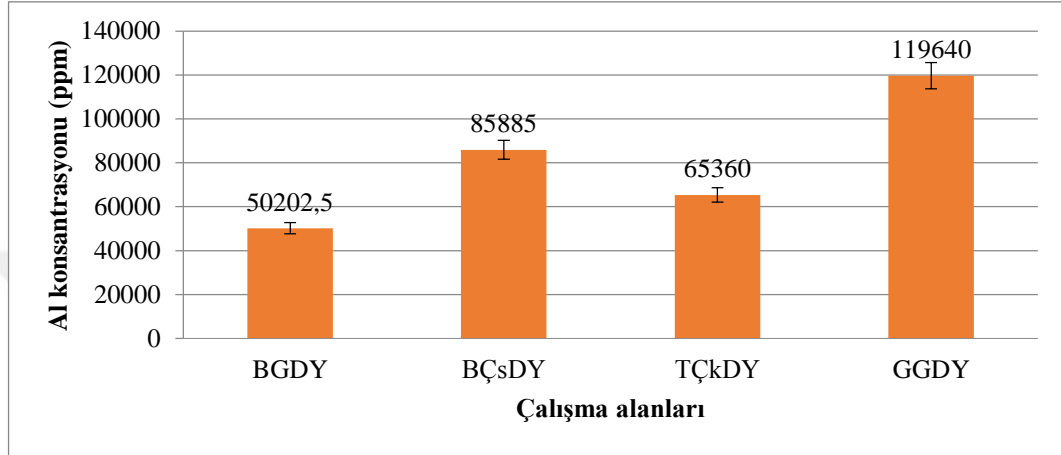


Grafik 4.36. Devrik olan alan topraklarında Mn konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.19. Alüminyum (Al) Konsantrasyonu

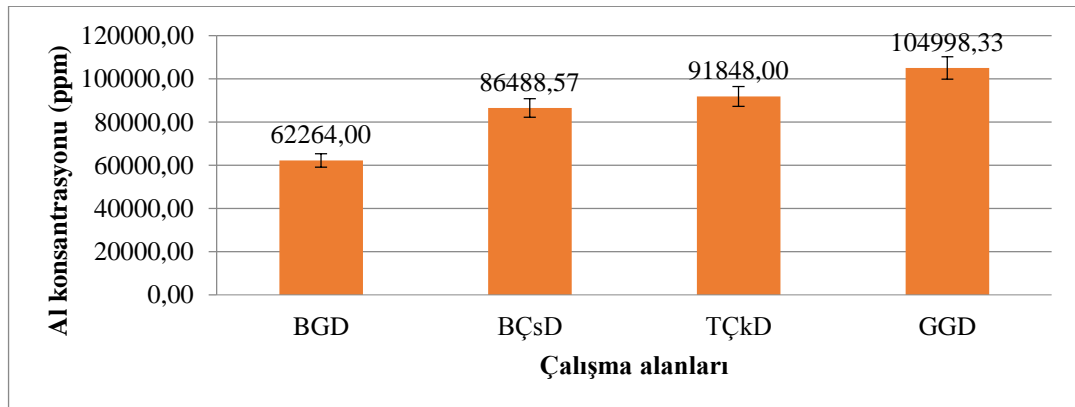
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarını Al konsantrasyonu

50202,5 ppm ile 119640 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Al konsantrasyonu en yüksek Gerze Gökmar (GGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Tekçam karaçam (TÇkDY), türleri ile en düşük Boyabat gökmar (BGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.37.).



Grafik 4.37. Devrik olmayan alan topraklarında Al konsantrasyonu değişimi

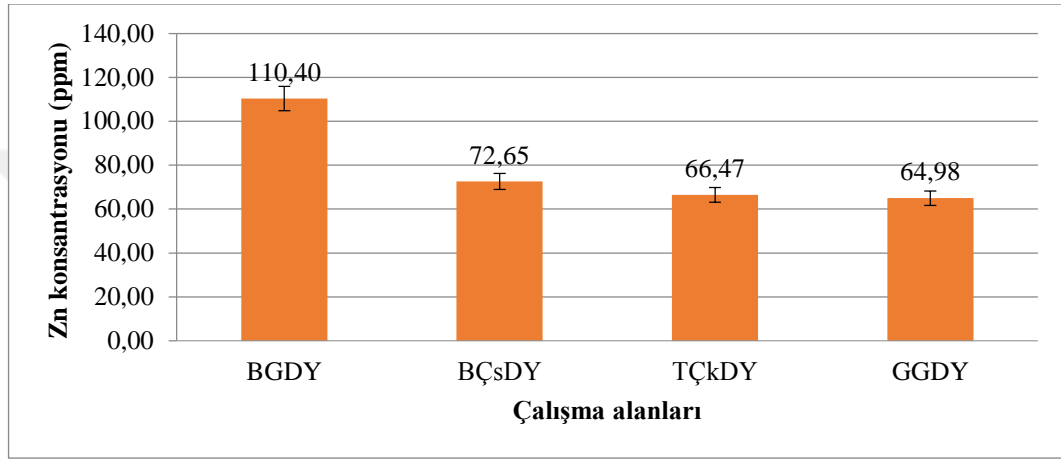
Devrik alanlarda Al konsantrasyonu en yüksek Gerze gökmar (GGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Boyabat gökmar (BGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.38.).



Grafik 4.38. Devrik olan alan topraklarında Al konsantrasyonu değişimi

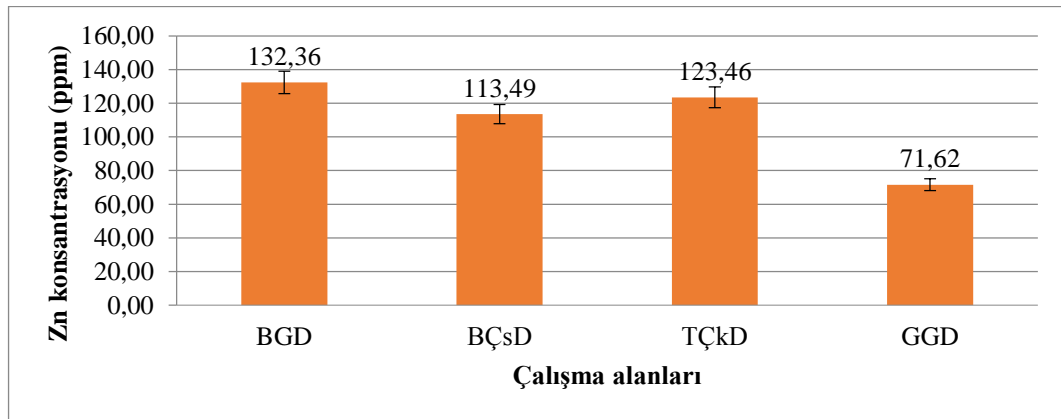
#### 4.1.20. Çinko (Zn) Konsantrasyonu

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarını Zn konsantrasyonu 64,98 ppm ile 132,36 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Zn konsantrasyonu en yüksek Boyabat Gökmar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Tekçam karaçam (TÇkDY), türleri ile en düşük Gerze gökmar (GGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.39.).



Grafik 4.39. Devrik olmayan alan topraklarında Zn konsantrasyonu değişimi

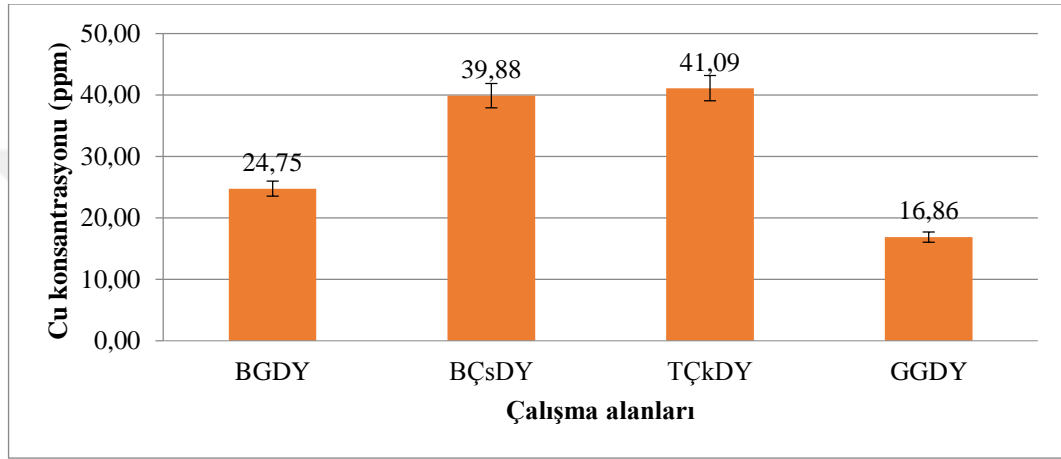
Devrik alanlarda Zn konsantrasyonu en yüksek Boyabat gökmar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkD), Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Gerze gökmar (GGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.40.).



Grafik 4.40. Devrik olan alan topraklarında Zn konsantrasyonu değişimi

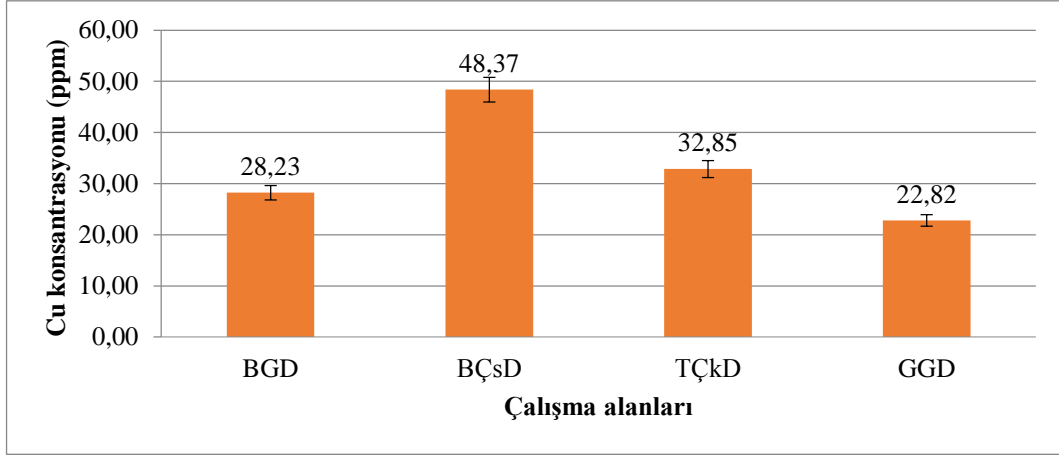
#### 4.1.21. Bakır (Cu) Konsantrasyonu

Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarını Cu konsantrasyonu 16,86 ppm ile 48,37 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Cu konsantrasyonu en yüksek Tekçam karaçam (TÇkDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Bayam sarıçam (BÇsDY), Boyabat göknar (BGDY), türleri ile en düşük Gerze göknar (GGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.41.).



Grafik 4.41. Devrik olmayan alan topraklarında Cu konsantrasyonu değişimi

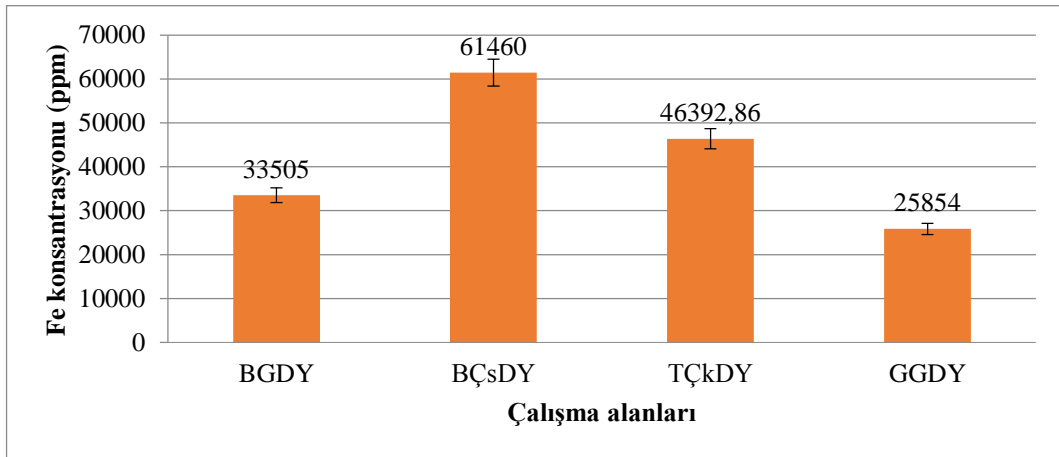
Devrik alanlarda Cu konsantrasyonu en yüksek Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam karaçam (TÇkD), Boyabat göknar (BGD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.42.)



Grafik 4.42. Devrik olan alan topraklarında Cu konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.22. Demir (Fe) Konsantrasyonu

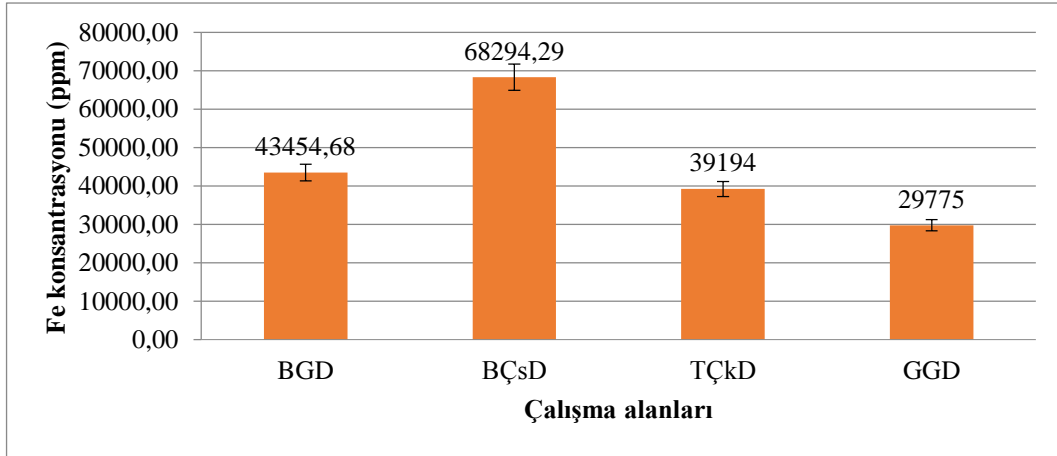
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarını Fe konsantrasyonu 25854 ppm ile 68294,29 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Fe konsantrasyonu en yüksek Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Tekçam sarıçam (TÇkDY), Boyabat göknar (BGDY), türleri ile en düşük Gerze göknar (GGDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.43.).



Grafik 4.43. Devrik olmayan alan topraklarında Fe konsantrasyonu değişimi

Devrik alanlarda Fe konsantrasyonu en yüksek Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Boyabat göknar (BGD), Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Gerze göknar (GGD) türleri altındaki topraklarda

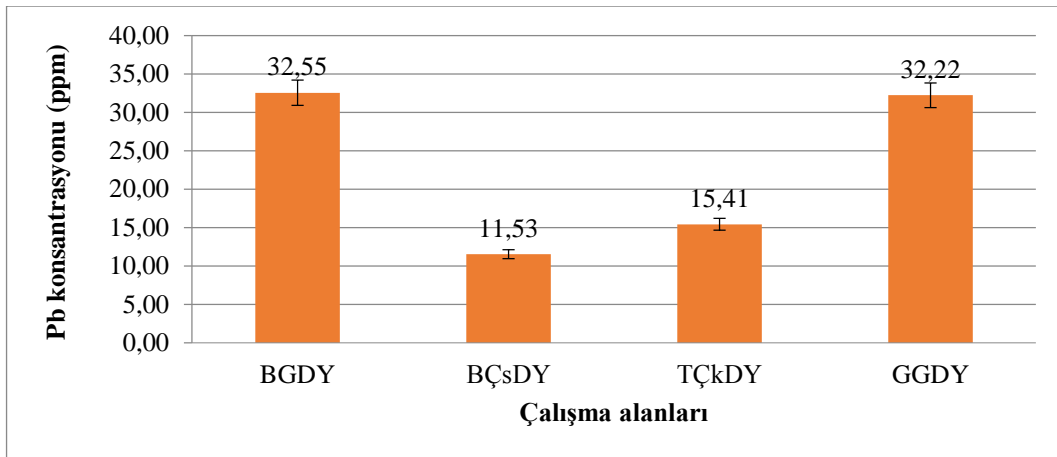
belirlenmiştir (Grafik 4.44.).



Grafik 4.44. Devrik olan alan topraklarında Fe konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.23. Kurşun (Pb) Konsantrasyonu

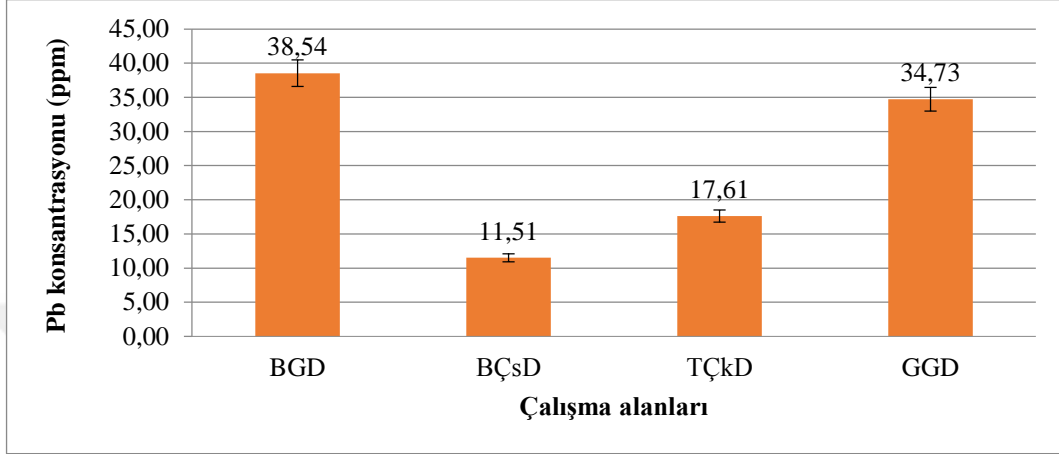
Devrik ve devrik olmayan dört farklı çalışma alanı topraklarını Pb konsantrasyonu 11,51 ppm ile 38,54 ppm arasında değişmektedir. Devrik olmayan alanlarda Pb konsantrasyonu en yüksek Boyabat göknar (BGDY) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGDY), Tekçam karaçam (TÇkDY), türleri ile en düşük Bayam sarıçam (BÇsDY) türleri altında topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.45.).



Grafik 4.45. Devrik olmayan alan topraklarında Pb konsantrasyonu değişim



Devrik alanlarda Pb konsantrasyonu en yüksek Boyabat göknar (BGD) türleri altında ve anılan sıralamaya göre Gerze göknar (GGD), Tekçam karaçam (TÇkD) türleri altındaki topraklarda ve en düşük Bayam sarıçam (BÇsD) türleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (Grafik 4.46.)



Grafik 4.46. Devrik olan alan topraklarında Pb konsantrasyonu değişimi

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bazı toprak özelliklerinin devrik ve devrik olmayan farklı ağaç türleri altındaki topraklarda etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçlarının genel olarak değerlendirildiğinde rüzgâr zararının etkisi çalışılan tüm bu özellikler üzerinde önemli derecede etkisi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1.).

Buna etki eden faktörler ise jeolojik kayacın değişkenlik göstermesi ile ilişkilendirilebilir. Boyabat göknar devrik topraklarında elektriksel iletkenlik derinliğe bağlı olarak artış göstermiştir. Ancak Bayam sarıçam ile Gerze göknar devriği olmayan alanların topraklarında toprak derinliğine bağlı olarak azalma göstermiştir ve Tekçam göknar devrik ve devrik olmayan alan topraklarında derinlikle beraber elektriksel iletkenlik azalma göstermiştir. Bu alanlarda toprak elektriksel iletkenliğinin değişkenlik göstermesi toprak içerisinde bulunan besin elementleri miktarına bağlıdır (Tablo 4.3.).

4 farklı çalışma alanlarında görülen rüzgâr devriği zararı sonucunda bazı toprak özelliklerinin (pH, EC, kum miktarı, hacim ağırlığı, gözenek hacmi, N ve C miktarı, P, S, Mn, Al, Zn, Fe konsantrasyonları) arttığı bu çalışmayla ortaya konulmuştur (Tablo 4.2.). Devrilme esnasında ağaç köklerinin ortaya çıkmasıyla toprak altındaki özellikle N, Al, S gibi asit reaksiyonlu besin elementlerinin ortamda fazla bulunması, organik maddenin girdisi, mikroorganizmaların yoğun aktivitesi, ağaç köklerinin etkisi, açığa çıkan anakaya ya da ana materyalin karakteristik özelliklerini yansıtması, yağış faktörlerinin büyük oranda etkisinin olabileceği düşünülmektedir.

Bir fırtına esnasında, ağaç tepesi eliptik bir hareketle sallanır, sapın her iki tarafı da strese maruz kalır (Mergen 1954). Bu hareket köklere, hatta kazık köküne bile iletilebilir (Hintikka, 1972). Hareket kapsamlı olmadığı sürece, toprak kesme kuvveti, köklenme karşıtı ana kuvveti temsil eder (Coutts, 1983; Bouchon, 1987). Ancak hareket arttığında kök direnci daha önemli hale gelir. Rüzgâr tarafında, kökler, altta yatan toprağa karşı bükülme ve baskı kuvvetlerine gönderilirken, rüzgâr tarafında, gerilme ve kayma gerilmesi meydana gelir (Coutts, 1983). Yeşil odun genellikle gerilmelerde baskıya göre daha dirençli olduğu için, rüzgâr tarafında

köklenme çok önemli bir rol oynar (Mergen, 1954). Rüzgâr, ağacın devrilmesinde toprak kayma kuvvetini yenecek kadar kuvvetli olduğunda kökler yaralanabilir (Hintikka, 1972). Çürüme daha sonra bu yaralanmalardan devam edebilir ve ağaç sonraki fırtınaya karşı zayıflamış kalır (Bouchon, 1987; Smith ve ark., 1987; Rizzo ve Harrington, 1988). Bu açıklama, kök direnci, köklenme direncinden büyük olduğunda geçerlidir.

Köklenme direnci, kök direncinden daha büyük olduğunda, kök kırılması meydana gelir (Mergen, 1954; Schaetzl ve ark., 1989b). Kök kırılma miktarı daha sonra ağaç yoğunluğunun ve kök inceliğinin bir fonksiyonu olabilir (Putz ve ark., 1983). Gerilme az ya da çok eşit şekilde dağılma eğiliminde olduğundan, kök boyunca herhangi bir yerde kırılma meydana gelebilir (Cremer ve ark., 1982; King, 1986).

Kapalı bir meşcere, boşluklu bir yaşlı ağaçlarda görülen rüzgâr devriği farklı olabilir. Bu nedenle, sık bir meşcerede rüzgâr hızını %25 oranında azaltır (Smith ve ark., 1987), bu da tek bir ağaca uygulanan stresi azaltır.

## 6. ÖNERİLER

Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Bayam ve Tekçam Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisindeki saf sarıçam, karaçam meşcereleri ve Gerze ve Suludüz Orman İşletme Şefliğindeki saf göknar meşcereleri bu yüksek lisans çalışması sonucunda, bu alanlarda rüzgâr devriği zararı tespit edilmiştir.

Bu güne kadar yapılan araştırmalar, ülkemiz koşullarında rüzgâr devriğinden kaynaklanan zararların ciddi boyutlarda olduğunu ortaya koymuştur. Meydana gelen zararların daha iyi gözlemlenmesi ve yorumlanabilmesi için farklı iklimlerdeki değişik ekolojik özelliklere sahip alanlarda daha fazla sayıdaki bireyler üzerinde, mevsimsel farklılıklar da göz önünde bulundurularak daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmalardan sonra, diğer ülkelerde gözlemlendiği gibi, rüzgârın neden olduğu devriklerin ekonomik boyutu analiz edilerek, kontrol yöntemlerinden en uygun olanı uygulamaya aktarılmalıdır.

Araştırma alanı ve buna benzer orman alanlarında yapılacak ormancılık uygulamalarında bu çalışmanın sonuçları itibariyle önerilecek hususlar aşağıda belirtilmiştir:

-Rüzgâr kaynaklı kayıpların azaltılması veya tahmin edilmesi, ilgili mekanizmaların ve silvikültürün oynadığı olası rolün sağlam bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir.

-Bakıma açılan meşcerelerin rüzgâra açık kenarlarında 2-3 sıra kesim yapılmaması gerekmektedir.

-Meydana gelen rüzgâr devrikleri alanlarında tekrar ağaçlandırma çalışmaları yaparken levhalar halinde bulunan alt topraktaki ana kayanın kırıcı ile kırılarak fidanların dikilmesi ve ikili riper ile toprağın sürülmesi gerekir.

-Genellikle sırtlarda oluşan devriklerden dolayı sırt kısımlarda bulunan meşcerelere fazla müdahale edilmemesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Atay, İ. (1979). Rüzgar ve fırtınanın silvikültürel çalışmalarda gözönünde tutulması gereken çok yönlü etkiler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 20-23.
- Balcı, A. N. (1996). Toprak Koruması Ders Notları, İ. Ü. Orman Fak., İstanbul.
- Baver, L. D. (1956). *Soil Physics*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Bouchon, J. (1987). État de la recherche relative aux dégâts forestiers dus aux tempêtes. *Revue forestière française*.
- Bouyoucos, G. J. (1936). Direction for Making Mechanical Analysis of Soils by the Hydrometer Method, *Soil Science*, 42, 225-229.
- Braun, S., Schindler, C., Volz, R. & Flückiger, W. (2003). Forest damages by the storm 'Lothar' in permanent observation plots in Switzerland: the significance of soil acidification and nitrogen deposition. *Water, air, and soil pollution*, 142(1-4), 327-340.
- Brázdil, R., Dobrovolný, P., Štekl, J., Kotyza, O., Valášek, H., & Jež, J. (2004). History of weather and climate in the Czech Lands VI: Strong winds (p. 378). Brno: Masaryk University.
- Coutts, M. P. (1983). Root architecture and tree stability. In *Tree root systems and their mycorrhizas* (pp. 171-188). Springer, Dordrecht.
- Cremer, K. W., Borough, C. J., McKinnell, F. H. & Carter, P. R. (1982). Effects of stocking and thinning on wind damage in plantations. *N. Z. J. For. Sci.* 12, 224-268.
- CTBA (Technical Centre for Wood Technology and Furniture Manufacture) (2004). *Technical guide on harvesting and conservation of damaged timber*. Paris.
- Dobbertin, M. (2002). Influence of stand structure and site factors on wind damage comparing the storms Vivian and Lothar, *For. Snow Landsc. Res.*, 77, 187–205.
- Engür, M. O. (2010). Rüzgar devriği hasarlarında durum değerlendirmesi ve odun üretimi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: III Sayfa: 905-914.
- Ennos, A. R. (1997). Wind as an ecological factor. *Trends in Ecology & Evolution*, 12(3), 108-111.
- FAO, (1995). *Manual on Acute Forest Damage: Managing the Impact of Sudden and Severe Forest Damage*. Food And Agriculture Organization, Economic Commission, International Labour Organization, Geneva.

- Gardiner, B. A., & Quine, C. P. (2000). Management of forests to reduce the risk of abiotic damage—a review with particular reference to the effects of strong winds. *Forest ecology and Management*, 135(1-3), 261-277.
- Gülçur, F., (1974). Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. *İ.Ü. Orman Fak. Yay. No:201*, İstanbul.
- Hintikka, V. (1972). Wind induced root movements in forest trees. *Metsäntutkimuslaitos*.
- Houdijk, A. L., & Roelofs, J. G. (1993). The effects of atmospheric nitrogen deposition and soil chemistry on the nutritional status of *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris*. *Environmental Pollution*, 80(1), 79-84.
- Karaöz, M. Ö. (1989). Toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuvarında belirlenmesi yöntemleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 39(2), 133-144.
- King, D. A. (1986). Tree form, height growth, and susceptibility to wind damage in *Acer saccharum*. *Ecology*, 67(4), 980-990.
- Kônopka J., 1978. Optimálna a krajná hranica rastových vlastností stromov smreka z hľadiska odolnosti lesných porastov proti vetru v oblasti Nízkyh Tatier. In: HEŠKOVÁ A. a kol., Poznatky z ochrany lesov. Vedecké práce VÚLH 26. Bratislava, Príroda: 13–41.
- Lee, J., Hopmans, J. W., Rolston, D. E., Baer, S. G., & Six, J. (2009). Determining soil carbon stock changes: simple bulk density corrections fail. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134(3), 251-256.
- Linke, J., Betts, M. G., Lavigne, M. B., & Franklin, S. E. (2007). Introduction: Structure, function, and change of forest landscapes. In M. A. Wulder & S. E. Franklin (Eds.), *Understanding Forest Disturbance and Spatial Pattern: Remote Sensing and GIS Approaches* (pp. 1–29). *Boca Raton, FL: CRC Press* (Taylor and Francis).
- Marschner H., (1995). Mineral nutrition of higher plants, 2nd ed., *Academic Press*, London.
- Mayer, P., Brang, P., Dobbertin, M., Hallenbarter, D., Renaud, J. P., Walthert, L., & Zimmermann, S. (2005). Forest storm damage is more frequent on acidic soils. *Annals of Forest Science*, 62(4), 303-311.
- Mergen, F. (1954). Mechanical aspects of wind-breakage and windfirmness. *Journal of Forestry*, 52(2), 119-125.
- Moore J. R., (2000). Differences in maximum resistive bending moments of *Pinus radiata* trees grown on a range of soil types, *For. Ecol. Manage.* 135 63–71.

- Nieuwenhuis, M., & Fitzpatrick, P. J. (2002). An assessment of stem breakage and the reduction in timber volume and value recovery resulting from a catastrophic storm: an Irish case study. *Forestry*, 75(5), 513-523.
- Özyuvacı, N., (1975). Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tahmini Açısından Yapılan Bazı Değerlendirmeler. TÜBİTAK V. Bilim Kongresi, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Tebliği Ormancılık Sektörünü, 29 Eylül-2 Ekim, s.123-134. İzmir.
- Peterson, C. J. (2000). Catastrophic wind damage to North American forests and the potential impact of climate change. *Science of the Total Environment*, 262(3), 287-311.
- Pickett, S. T. A., & White, P. S. (1985). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics.
- Pontailleur, J. Y., Faille, A., & Lemée, G. (1997). Storms drive successional dynamics in natural forests: a case study in Fontainebleau forest (France). *Forest Ecology and Management*, 98(1), 1-15.
- Putz, F. E., Coley, P. D., Lu, K., Montalvo, A. & Aiello, A. (1983). Uprooting and snapping of trees: structural determinants and ecological consequences. *Canadian Journal of Forest Research*, 13, 1011-1020.
- Quine, C. P., Coutts, M. P., Gardiner, B. A., & Pyatt, D. G. (1995). Forests and wind: management to minimise damage. *For. Comm. Bull.* 114. HMSO, London.
- Rizzo, D. M., & Harrington, T. C. (1988). Root movement and root damage of red spruce and balsam fir on subalpine sites in the White Mountains, New Hampshire. *Canadian Journal of Forest Research*, 18(8), 991-1001.
- Rottmann, M. (1986). Wind-und sturmschäden im wald. JD Sauerländer's, Frankfurt aM, 128.
- Savill, P. S. (1983). Silviculture in windy climates. In *Forestry Abstract*, Vol. 44, pp. 473-488.
- Schaetzl, R. J., Burns, S. F., Small, T. W., & Johnson, D. L. (1990). Tree uprooting: review of types and patterns of soil disturbance. *Physical Geography*, 11(3), 277-291.
- Schaetzl, R. J., Johnson, D. L., Burns, S. F., & Small, T.W. (1989). Tree uprooting: review of terminology, process, and environmental implications. *Can. J. For. Res.* 19: 1-11.
- Stephens, E.P. (1956). The uprooting of trees: a forest process. *Soil Sci. Soc. Amer. Proceed.* 20 (1), 113-116.
- Thürig, E., Hagedorn, F. & Lindroth, A. (2013). Influence of storm damage on the forest carbon balance. "In: Gardiner, B., Schuck, A. R. T., Schelhaas, M. J.,

Orazio, C., Blennow, K., & Nicoll, B. (Eds.). Living with storm damage to forests (pp. 1-132)". Joensuu: *European Forest Institute*.

Ulanova, N. G. (2000). The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review. *Forest Ecology and Management*, 135(1-3), 155-167.

URL-1 (2019). Rüzgar oluşumu. <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=10> 20/06/2019 tarihinde erişilmiştir.

URL-2 (2013). Kurak ve yarı kurak alanlarda ağaçlandırma ve rehabilitasyon rehberi. <http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/moduller/erozyon/Kurak%20ve%20Yar%C4%B1kurak%20Alanlarda%20A%C4%9Fa%C3%A7land%C4%B1rma%20ve%20Erozyon%20Rehberi%20son.pdf> 21/06/2019 tarihinde erişilmiştir.

Vesterdal, L., & Raulund-Rasmussen, K. (1998). Forest floor chemistry under seven tree species along a soil fertility gradient. *Canadian Journal of Forest Research*, 28(11), 1636-1647.

Wild, A. (1993). Soils and the environment: an Introduction. *Cambridge University Press*, Cambridge.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esra TOPAL  
Doğum Yeri ve Yılı : Gerze-1990  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce (Intermediate)  
E-posta : esratopal013@gmail.com



### Eğitim Durumu

Lise : Gerze Şehit Nurullah Saraç Anadolu Lisesi  
Lisans : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman  
Mühendisliği, 2015

### Mesleki Deneyim

İş Yeri : Serbest Orman Mühendisi-Esra Mühendislik