

# ZİRAAT ORMAN ve SU ÜRÜNLERİ ALANINDA GÜNCEL ARAŞTIRMALAR

Editörler.

Prof. Dr. Atılgan ATILGAN  
Doç. Dr. Burak SALTUK  
Doç. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ





**ZİRAAT ORMAN ve SU  
ÜRÜNLERİ ALANINDA  
GÜNCEL ARAŞTIRMALAR**

**Editörler:**

**Prof. Dr. Atılgan ATILGAN**

**Doç. Dr. Burak SALTUK**

**Doç. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ**



***Ziraat Orman ve Su Ürünleri Alanında Güncel Araştırmalar***

***Editörler:***

***Prof. Dr. Atılgan ATILGAN***

***Doç. Dr. Burak Saltuk***

***Doç. Dr. Cengiz Yücedağ***

**Genel Yayın Yönetmeni:** Berkan Balpetek

**Kapak ve Sayfa Tasarımı:** Duvar Design

**Baskı:** Aralık 2020

**Yayıncı Sertifika No:** 16122

**ISBN:** 978-625-7680-15-8

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

[www.duvar yayinlari.com](http://www.duvar yayinlari.com)

[duvarkitavebi@gmail.com](mailto:duvarkitavebi@gmail.com)

**Baskı ve Cilt:** Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık Reklam San Ve Tic. Ltd.

İstanbul Cad. İstanbullu Çarşısı No:48/48-49

İskitler 06070 Ankara

**Tel:** 03123413667

**Sertifika No:**47865

## İÇİNDEKİLER

### *Bölüm-1*

- Akdeniz (Çukurova) Bölgesi'nde  
Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday  
Genotiplerinde Stoma İletkenliği ve  
Yaprak Sıcaklığı Değişimlerinin İncelenmesi** 7
- Bilge BAHAR  
İbrahim Genç*

### *Bölüm-2*

- Ağaçlandırma Çalışmalarının Toprak Özellikleri  
Üzerine Olan Etkilerinin Ortaya Konulması** 31
- Mehmet KÜÇÜK  
Kasım AKSU*



**AKDENİZ (ÇUKUROVA)  
BÖLGESİNDE BAZI EKMEKLİK  
VE MAKARNALIK BUĞDAY  
GENOTİPLERİNDE STOMA  
İLETKENLİĞİ VE YAPRAK SICAKLIĞI  
DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ\***

*Doç. Dr. Bilge BAHAR\*\*  
Prof. Dr. İbrahim GENÇ\*\*\**

---

\* Bu çalışma, Prof. Dr. İbrahim GENÇ danışmanlığında tamamlanan ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenen, FBE-2002-D-198 numaralı, “Çukurova Taban ve Kıraç Koşullarında Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Stoma İletkenliği ve Diğer Yaprak Özellikleri ile Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma” başlıklı doktora tezi projesinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

\*\* Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane

\*\*\* Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Balcalı, Adana

## 1. Giriş

Bitki fizyologları, verim ve yaprak faaliyetleri arasındaki ilişkiyi belirlemede, özellikle de fotosentetik aktiviteyi artırma bakımından, çoğu zaman başarısızlığa uğramışlardır (1). Kontrollü koşullar altında yüksek sıcaklığa maruz bırakılan buğday çeşitleri arasında genetik varyasyon bulunduğu (2); sıcaklık stresi altında fotosentezdeki bu varyasyonun yaprağın erken yaşlanmasından kaynaklandığı (3, 4) belirtilmiştir. Ayrıca uzun yıllardır CIMMYT (Uluslararası Mısır ve Buğday Araştırma Merkezi)'de yapılan çalışmalar, tarla koşullarında sıcaklık stresinde fotosentez hızı bakımından genetik varyabilitenin bulunduğunu göstermekte (5) olup; Reynolds ve ark. (6), CTD (bitki topluluğu sıcaklığı düşüşü) ve stoma iletkenliğinin fotosentez hızıyla olduğu kadar tarla koşullarındaki dane verimi ile de ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Stoma iletkenliği ( $g_s$ ), kuraklığa tolerans veya bitkilerde verim potansiyeli ile ilişkisi bakımından üzerinde *çalışılmalı* bir konu olmuştur. 1980'lerin sonlarında CIMMYT tarafından, Kuzeybatı Meksika'da sulanan çeşitli denemelerde, bitki topluluğu sıcaklığı düşüşü (CTD) ölçümleri başlatılmış; süreklilik arz etmemekle birlikte, dane verimiyle CTD arasındaki ilişkilerin pozitif olduğu ortaya konmuştur (7). Shimshi ve Ephrat (8), kısa boylu yazlık, sulanan buğdayda dane verimi, fotosentez hızı ve stoma iletkenliği ( $g_s$ ) arasında olumlu ilişkiler olduğunu göstermiştir. Verim- $g_s$  ilişkilerini destekleyen yeni bulgular, Karbon-13 diskriminasyonu çalışmalarından da elde edilmiştir (9). Günlük ve mevsimsel değişkenlikler, stoma iletkenliğini etkileyerek hassas ölçümünü güçleştirmektedir. Kısa zamanlı ve aralıklı olarak, fotosentetik aktif radyasyon ve sıcaklık gibi faktörlere bağlı olarak stoma iletkenliği hızla değişebilmektedir (10). Stoma iletkenliği, genotipik farklılıklardan başka; mevsimsel ve günlük değişimlere bağlı bitki-su potansiyeliyle de değişim göstermektedir (11, 12). Dolayısıyla, transpirasyon yönünden geno-



tipik farklılıklar, suyun kısıtlayıcı bir faktör olmadığı çevrelerde belirlenmiş olmalıdır (11, 13). Koç ve ark. (14), buğdaydaki net fotosentez hızının yüksek stoma iletkenliği ile ilişkili olduğunu; Sage ve Kubien (15) ise fotosentetik kapasitenin yaprak sıcaklığından kuvvetli bir şekilde etkilendiğini; Nagai ve Makino (16), maksimum fotosentezin buğdayda 25-30 °C arasındaki yaprak sıcaklıklarında elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle bu iki özellik ( $g_s$  ve yaprak sıcaklığı), fotosentezde etkili parametreler olup; bu çalışmada, buğdayda dane dolum döneminde genellikle iklimin sıcak ve kurak olduğu Çukurova Bölgesi'nde, bölgeye uyum sağlamış ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin stoma iletkenliği ve yaprak sıcaklığı değişimleri ve bunlar arasındaki ilişkilerin ortaya konması yoluyla, bu iki fizyolojik parametrenin buğday ıslahında kullanım olanakları araştırılmıştır.

## **2. Materyal ve Metod**

### **2.1. Materyal**

Konu ile ilgili denemeler, 2002 yılında taban ve kıraç koşullarda olmak üzere iki çevrede, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Alanında yürütülmüş olup; çalışmada, altı ekmeklik ve beş makarnalık buğday genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Materyal olarak kullanılan genotiplerin adı, türü ve orijini Çizelge 1'de; deneme yerinin 2002 yılı (2001-2002 yetiştirme mevsimi) aylık ortalama sıcaklık, oransal nem ortalamaları ve toplam yağış miktarları ile bunların uzun yıllar ortalamalarına ilişkin değerler Çizelge 2'de (17); deneme yerinin toprak özellikleri ise Çizelge 3'te (18) verilmiştir.

**Çizelge 1.** Denemede Kullanılan Buğday Çeşit ve Hatlarının Adı, Türü ve Orijini

<b>Çeşit veya Hat Adı</b>	<b>Türü</b>	<b>Orijini</b>
Genç-99	Ekmeklik	Ç.Ü. ZİR. FAK. (CIMMYT)
Balattila	”	Ç.Ü. ZİR. FAK. (CIMMYT)
Seri-82	”	CIMMYT
Panda	”	ITALYA
Golia	”	ITALYA
Adana-99	”	ÇUKUROVA TAR. ARAŞ. ENST.
Balcalı-2000	Makarnalık	Ç.Ü. ZİR. FAK.
Amanos-97	”	ÇUKUROVA TAR. ARAŞ. ENST.
Dicle-74	”	TARIM BAKANLIĞI (CIM- MYT)
NN-90.E-3-14 (MOR)	”	ICARDA
Porron 4/Yuan 1	”	ICARDA

**Çizelge 2.** Adana İli, 2001-02 Yetiştirme Mevsimi ile Uzun Yıllara İlişkin Aylık Toplam Yağış, Ortalama Sıcaklık ve Oransal Nem Değerleri

Aylar	Yağış (mm)		Sıcaklık (°C)		(% )	
	2001-02	Uzun Yıllar	2001-02	Uzun Yıllar	2001-02	Uzun Yıllar
<b>Kasım</b>	88.1	73.9	13.9	15.5	67.4	63.0
<b>Aralık</b>	320.9	124.4	10.7	11.1	78.9	67.0
<b>Ocak</b>	109.2	109.4	7.9	9.4	66.2	71.0
<b>Şubat</b>	68.1	88.9	12.3	10.4	64.7	65.0
<b>Mart</b>	40.3	65.8	14.7	13.1	67.4	65.0
<b>Nisan</b>	88.8	52.5	16.5	17.2	76.0	65.0
<b>Mayıs</b>	22.0	47.0	21.4	21.4	68.3	67.0
<b>Haziran</b>	0.8	20.6	26.5	25.3	62.8	66.0
	Top: 738.2	582.5	Ort: 15.5	15.4	Ort: 69.0	66.1

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, 2001-2002 yetiştirme mevsimi toplam yağış miktarı (738.2 mm), uzun yıllar ortalamasından (582.5) yüksektir. Yetiştirme mevsimi süresince, en fazla yağış, Aralık ve Ocak aylarında olmuştur. Ortalama sıcaklık bakımından 2001-2002 yetiştirme mevsimi ortalaması (15.5°C), uzun yıllar ortalaması (15.4°C) civarında gerçekleşirken; oransal nem bakımından, yetiştirme mevsimi ortalamasının (%69.0) uzun yıllar ortalamasının (%66.1) üzerinde olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.** Taban ve Kıraç Koşullardaki Deneme Alanları Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme Alanı	CaCO <sub>3</sub> (%)	Kireç Sınıfı	pH	Tuz (%)	Tekstür Sınıfı
Taban	27.8	Çok Kireçli	7.57	0.05	CL (Killi Tın)
Kıraç	5.94	Orta Kireçli	6.73	0.09	C (Killi)

Deneme alanlarıyla ilgili toprak analizlerinden, kireçle ilgili olanlar Schlichting ve Blume (19), pH ve tuz Richards (20) ve tekstür Bouyoucos (21) tarafından belirtilen yöntemlere göre 2002 yılında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü laboratuvarlarında belirlenmiştir. Çizelge 3'e göre; taban koşullardaki deneme alanı toprakları tekstür bakımından killi tın sınıfına girmekte olup, yüksek düzeyde CaCO<sub>3</sub> (% 27.8) içermekte ve çok kireçli olarak nitelendirilmektedir. Kıraç koşullardaki deneme alanı toprakları ise killi topraklar grubuna girmekte olup, % 5.94 CaCO<sub>3</sub> içeriğiyle orta kireçli olarak adlandırılmaktadır. Taban ve kıraç deneme alanları toprakları, pH bakımından nötr nitelik taşımakta olup; taban denemesi toprakları % 0.05, kıraç denemesi toprakları % 0.09 tuz içermektedir.

## 2.2. Metod

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş; genotiplere ait tohumluk temizlenip, 2 mm çapında elekten geçirildikten sonra, bin tane ağırlığı, çimlenme ve saf tohumluk yüzdeleri belirlenerek metrekareye 450 tohum düşecek şekilde ekim işlemi, 2001 yılı Aralık ayındaki aşırı yağışlar nedeniyle (Çizelge 2) mibzerle yapılamadığından taban koşullarda 15 Ocak 2002'de elle, kıraç koşullarda Hege-80 deneme mibzeri ile 14 Ocakta yapılmıştır. Her bir parsel 1.2 m (15'er cm aralıklı 8 sıra) x 5 m = 6 m<sup>2</sup> alanında olup; ekim

zamanı dekara 8 kg saf N ve 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gelecek şekilde 20-20-0 gübresi verilmiştir. Kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde iki eşit kısımda, amonyum nitrat olarak toplam azot 16 kgda<sup>-1</sup>'a tamamlanmıştır. Bitkilerin gelişmeleri sırasında parsel aralarında ve parsel içlerinde görülen yabancı otlar elle uzaklaştırılmıştır. Olgunlaşma tamamlandıktan sonra parseller, Hege-125 C tipi parsel biçerdöveri ile hasat edilmiştir.

Denemelerde, stoma iletkenliği (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) ve yaprak sıcaklığı (°C), Cooms ve ark. (22)'na göre aşağıda kısaca tanımlandığı şekilde incelenmiştir:

**Stoma İletkenliği (g):** Stoma iletkenliği ölçümü, AP4-Delta-T Eijelkampt, Giesbech, The Netherlands tipi difüzyon porometresi kullanılarak, içinde bulunan çevreye kalibre edilmiş küvetle mmolH<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> biriminden alt ve üst epidermiste ayrı ayrı ölçülmüştür. Tüm tekerrürlerde, her parselde 3. sırada, iki bitkide ve her bitkiden tek bir bayrak yaprağında ölçüm yapılmıştır. Tüm parsellerde bayrak yaprakları alt epidermisinde ölçümler tamamlandıktan sonra üst epidermiste ölçümler alınmış ve alt ve üst epidermis stoma iletkenliği değerleri toplanarak g<sub>s</sub> değeri belirlenmiştir. Ölçümler, 2002 yılı taban koşullarda 7 Nisan (karınlanma dönemi, bayrak yaprakta) ve 11 Mayıs (Geç süt olum dönemi, bayrak yaprakta); 2002 yılı kıraç koşullarda 3 Nisan (karınlanma dönemi, bayrak yaprakta) ve 13 Mayıs (geç süt olum dönemi, bayrak yaprakta) tarihlerinde tam bulutsuz havada, 10<sup>00</sup> ile 16<sup>00</sup> saatleri arasında yapılmıştır.

**Yaprak Sıcaklığı:** AP4-Delta-T Eijelkampt, Giesbech, The Netherlands tipi difüzyon porometresi kullanılarak, bayrak yaprağında yapılan ölçüm sonucunda cihazdan okunan  $\Delta t$  değeri (hava-yaprak sıcaklığı farkı) bitki ortamındaki hava sıcaklığından çıkartılarak °C biriminden yaprak sıcaklığı değeri elde edil-

miştir. Ölçümler, taban koşullarda 7 Nisan (bayrak yaprak çıkışı), 9 Mayıs (orta süt olum) ve 11 Mayıs (geç süt olum); kıraç koşullarda 3 Nisan (karınlanma başlangıcı), 14 Nisan (başaklanmanın tamamlanması), 13 Mayıs (geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş dönemi) ve 20 Mayıs (erken hamur olum) tarihlerinde yapılmıştır.

Değerlendirmeler, MSTAT-C (23) paket programı kullanılmak suretiyle; tesadüf blokları deneme deseni standart yöntemi-ne göre yapılmıştır. Etkili farkları görmek için F testi kullanılarak P olasılık değerleri saptanmış; ortalama değerler arasındaki karşılaştırmalar, EGF testine göre yapılmıştır. İncelenen karakterler arasındaki basit ilişkiler Minitab (24) paket programı ile belirlenmiştir.

### **3. Bulgular ve Tartışma**

#### **3.1. Stoma iletkenliği**

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde stoma iletkenliği değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4'te, ortalama değerler ise Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Taban ve Kıraç Koşullarda Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Stoma İletkenliği Değişimine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Ortalaması			
		Taban		Kıraç	
		7 Nisan † (ZD.39)	11 Mayıs (ZD.77)	3 Nisan (ZD.43)	13 Mayıs (ZD.79)
<b>A-Ekmeklik</b>					
<b>Tekerrür</b>	3	21441	17276	3839	13778
<b>Genotip</b>	5	22276	27229	21534	15583
<b>Hata</b>	15	30334	47524	25662	40485
<b>Genel</b>	23				
<b>DK (%)</b>		27.47	43.58	31.51	41.11
<b>B-Makarnalık</b>					
<b>Tekerrür</b>	3	9613	6055	6037	64659
<b>Genotip</b>	4	2340	8316	9934	90462*
<b>Hata</b>	12	15113	31001	7788	27338
<b>Genel</b>	19				
<b>DK (%)</b>		18.41	35.81	18.57	32.11

\*:  $p = 0.05$ , \*\*:  $p = 0.01$  düzeyinde önemli. SD, serbestlik derecesi; DK, değişim katsayısı. †: Zadoks gelişme skalasına göre, ZD.39, bayrak yaprak çıkışı; ZD.43, karınlanma başlangıcı; ZD.77, geç süt olum; ZD.79, geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş dönemlerini göstermektedir (25)

Çizelge 4’te görüldüğü gibi, ölçülen stoma iletkenliği değerleri bakımından ekmeklik buğday çeşitleri, taban ve kıraç çevrelerinde tüm ölçüm dönemlerinde istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Makarnalık buğday genotipleri ise, kıraç koşullarda 13 Mayıs (geç süt olumdan erken hamur oluma geçiş döneminde) ölçümünde  $P = 0.05$  olasılık düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 5’te görüldüğü üzere, ekmeklik buğday çeşitlerinin ta-

ban koşullardaki stoma iletkenliği, bayrak yaprak ıkışı (ZD.39, 7 Nisan lümü) döneminde 549 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Balatilla) ile 756 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Genç-99) arasında; geç süt olum (ZD.77, 11 Mayıs lümü) döneminde 394 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Adana-99) ile 589 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Genç-99) arasında değişim göstermiştir. Ekmeklik buğday çeşitlerinin kıraç koşullardaki stoma iletkenliği, karınlanma başlangıcında (ZD.43, 3 Nisan lümü) 438 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Balatilla) ile 632 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Panda) arasında; geç süt olum (ZD.79, 13 Mayıs lümü) döneminde 436 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Panda) ile 609 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Golia) arasında değişmiştir. Ekmeklik buğdayla yapılan çalışmalarda, stoma iletkenliğinin (g<sub>s</sub>) eşitlere göre çiçeklenme öncesi 412-664 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, çiçeklenme sonrası 273-647 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değiştiği (Rees ve ark., 1993); karınlanma, çiçeklenme ve çiçeklenme sonrasında sırayla 678, 586 ve 317 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> lldği ve dolayısıyla gelişme dönemi ilerledikçe yapraklardaki yaşlanmaya bağlı olarak g<sub>s</sub> 'nin de azaldığı (5) bildirilmektedir. Reynolds ve ark. (26), Fang-60, Seri-82 ve 7C66 eşitlerinin g<sub>s</sub> değerlerinin sırayla 730, 610 ve 640 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> olduğunu; Fischer ve ark. (7) ise, g<sub>s</sub> 'nin 1993, 1994 ve 1995 yılları ortalaması bakımından çeşitlere göre 345-573 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Rebetzke ve ark. (27), düşük ve yüksek g<sub>s</sub> 'ye sahip iki çeşidin 2. geri melez bitki familyalarında toplam g<sub>s</sub> 'nin ölçümün yapıldığı 1., 2. ve 3. günler sırayla 802-1208, 670-1350 ve 399-1077 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değiştiğini; Jiang ve ark. (28), g<sub>s</sub> 'nin çeşitlere göre çiçeklenme döneminde 250-590 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, süt olum döneminde 80-330 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ve geç hamur olum döneminde 210-570 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.



**Çizelge 5.** Taban ve Kıraç Koşullarda Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Stoma İletkenliği Değişimine İlişkin Ortalama Değerler ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )

Genotipler	Taban		Kıraç	
	7 Nisan † (ZD.39)	11 Mayıs (ZD.77)	3 Nisan (ZD.43)	13 Mayıs (ZD.79)
<b>A-Ekmeklik</b>				
<b>Genç-99</b>	756	589	481	487
<b>Balatilla</b>	549	557	438	472
<b>Seri-82</b>	668	402	560	445
<b>Panda</b>	583	520	632	436
<b>Golia</b>	594	541	474	609
<b>Adana-99</b>	654	394	466	487
<b>Ortalama</b>	634	500	508	489
<b>EGF</b>	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<b>B-Makarnalık</b>				
<b>Balcalı-2000</b>	695	501	553	401 b
<b>Amanos-97</b>	660	429	427	594 ab
<b>Dicle-74</b>	636	532	436	369 b
<b>NN-90.E-3-14</b>	659	535	479	735 a
<b>Porron 4/Yuan1</b>	689	463	481	476 b
<b>Ortalama</b>	668	492	475	515
<b>EGF</b>	ÖD	ÖD	ÖD	255

\* : Aynı harf grubuna giren değerler % 5 önem seviyesine göre farklı değildir. EGF, en küçük güvenilir fark; ÖD, önemli değil.  
†: Zadoks gelişme skalasına göre, ZD.39, bayrak yaprak çıkışı; ZD.43, karınlanma başlangıcı; ZD.77, geç süt olum; ZD.79, geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş dönemlerini göstermektedir (25)

Çizelge 5'te görüldüğü üzere, makarnalık buğday genotiplerinin taban koşullardaki stoma iletkenliği, 7 Nisanda (bayrak yaprak çıkışı döneminde)  $636 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Dicle-74)- $695 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Balcalı-2000) arasında, 11 Mayısta (geç süt olum döneminde)  $429 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Amanos-97)- $535 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (NN-90.E-3-14) arasında değişmiş olup, her iki dönemde de genotipler arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Ma-

karnalık buğday genotiplerinin 2002 yılı kıraç koşullardaki stoma iletkenliği, 3 Nisanda (karınlanma başlangıcında) 427 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Amanos-97)-553 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Balcalı-2000) arasında, 13 Mayıs'ta (geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş döneminde) 369 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Dicle-74)-735 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (NN-90.E-3-14) arasında değişim göstermiş olup; genotipler arasındaki fark 3 Nisanda önemsiz, 13 Mayıs'ta önemli bulunmuştur. Makarnalık buğdayda yapılan bir çalışmada, stoma iletkenliğinin (g<sub>s</sub>) çeşitlere göre erken süt olum, geç süt olum ve erken hamur olum dönemlerinde sırayla 208-401, 128-366 ve 119-220 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve yaşlanma sürecine bağlı olarak g<sub>s</sub>'nin de azalma gösterdiği belirlenmiştir (29). Rees ve ark. (30), g<sub>s</sub>'nin çiçeklenme sonrasında çeşitlere göre 321-468 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

### 3.2. Yaprak sıcaklığı

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde yaprak sıcaklığı değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 6'da, ortalama değerler ise Çizelge 7'de verilmiştir.

**Çizelge 6.** Taban ve Kıraç Koşullarda Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Yaprak Sıcaklığı Değişimine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Ortalaması						
		Taban			Kıraç			
		7 Nisan (ZD.39) †	9 Mayıs (ZD.75)	11 Mayıs (ZD.77)	3 Nisan (ZD.43)	14 Nisan (ZD.58)	13 Mayıs (ZD.79)	20 Mayıs (ZD.83)
<b>A-Ekmeklik</b>								
Tekerrür	3	1.611	18.457	2.369	0.789	0.628	1.647	3.859
Genotip	5	0.244	0.185	0.573	0.436	1.065	0.521	0.126
Hata	15	0.316	0.416	0.804	0.843	0.848	0.433	0.636
Genel	23							
DK (%)		2.24	2.04	2.71	3.79	3.52	2.35	2.81
<b>B-Makarnalık</b>								
Tekerrür	3	2.519	33.181	2.164	1.288	0.299	1.027	3.897
Genotip	4	0.428	0.875	0.795	0.580	0.304	0.980	0.393
Hata	12	0.178	0.506	0.815	1.078	0.426	0.463	0.346
Genel	19							
DK (%)		1.69	2.27	2.72	4.28	2.48	2.41	2.09

\*:  $p = 0.05$ , \*\*:  $p = 0.01$  düzeyinde önemli. SD, serbestlik derecesi; DK, değişim katsayısı. †: Zadoks gelişme skalasına göre, ZD.39, bayrak yaprak çıkışı; ZD.43, karınlanma başlangıcı; ZD.58, başaklanmanın tamamlanması; ZD.75, orta süt olum; ZD.77, geç süt olum; ZD.79, geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş; ZD.83, erken hamur olum dönemlerini göstermektedir (25)

Çizelge 6’da görüldüğü üzere, taban ve kıraç çevrelerde ve tüm ölçüm dönemlerinde, ekmeklik ve makarnalık buğday genotipleri, istatistiki olarak önemli farklılıklar göstermemiştir. Çizelge 7 incelendiğinde, ekmeklik buğday çeşitlerinin taban koşullardaki yaprak sıcaklığı, 7 Nisanda (bayrak yaprak çıkışı döneminde) 24.69 °C (Seri-82)-25.44 °C (Genç-99) arasında ve ortalama 25.13 °C; 9 Mayıs’ta (orta süt olum döneminde) 31.36 °C (Golia)-31.95 °C (Panda) arasında ve ortalama 31.65 °C; 11 Mayıs’ta (geç süt olum döneminde) 32.56 °C (Panda)-33.45 °C (Adana-99) arasında ve ortalama 33.04 °C ölçülmüş olup, çeşitler arasında önemli fark bulunmamıştır. Bulgularımıza benzer olarak, Koç ve ark. (31), konvansiyonel ekim zamanına bağlı normal sıcaklık ve geç ekim zamanına bağlı yüksek sıcaklık rejimlerinde 15 buğday çeşidi üç yıl süreyle yürüttükleri çalışmalarında, bitki topluluğu sıcaklığı bakımından istatistiksel olarak çeşit farklılıklarının görülmediğini bildirmişlerdir.

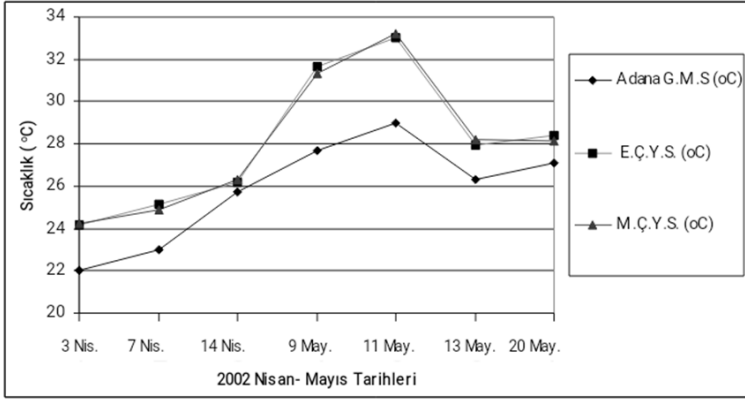
**Çizelge 7.** Taban ve Kıraç Koşullarda Ekmeklik ve Makarna-  
lık Buğday Genotiplerinde Yaprak Sıcaklığı Değişimine İlişkin  
Ortalama Değerler (°C)

Genotipler	Taban			Kıraç			
	7 Nisan † (ZD.39)	9 Mayıs (ZD.75)	11 Mayıs (ZD.77)	3 Nisan (ZD.43)	14 Nisan (ZD.58)	13 Mayıs (ZD.79)	20 Mayıs (ZD.83)
<b>A-Ekmeklik</b>							
Genç-99	25.44	31.63	33.35	23.84	26.55	28.26	28.64
Balatilla	25.20	31.81	33.21	24.31	25.48	27.55	28.29
Seri-82	24.69	31.69	32.60	24.44	25.73	28.19	28.49
Panda	25.21	31.95	32.56	23.76	26.86	28.06	28.23
Golia	25.17	31.36	33.06	24.24	26.34	27.49	28.63
Adana-99	25.08	31.47	33.45	24.59	26.14	28.29	28.33
Ortalama	25.13	31.65	33.04	24.20	26.18	27.97	28.43
EGF	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
<b>B-Makarnalık</b>							
Balcak-2000	24.52	31.84	32.50	23.79	26.21	28.56	27.77
Amanos-97	25.39	31.15	33.38	24.73	26.31	28.08	28.46
Dicle-74	24.73	31.25	33.06	24.52	26.76	28.75	27.94
NN-90.E-3-14	24.89	30.63	33.59	23.99	26.01	27.48	28.04
Porton 4/Yuanl	25.02	31.63	33.53	24.17	26.28	28.30	28.46
Ortalama	24.91	31.30	33.21	24.24	26.32	28.23	28.14
EGF	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

EGF, en küçük güvenilir fark; ÖD, önemli değil. †: Zadoks gelişme skalasına göre, ZD.39, bayrak yaprak çıkışı; ZD.43, karınlanma başlangıcı; ZD.58, başaklanmanın tamamlanma-

sı; ZD.75, orta süt olum; ZD.77, geç süt olum; ZD.79, geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş; ZD.83, erken hamur olum dönemlerini göstermektedir (25)

Ekmeklik buğday çeşitlerinin kıraç koşullardaki yaprak sıcaklığı, 3 Nisanda (karınlanma başlangıcında) 23.76 °C (Panda)-24.59 °C (Adana-99) arasında ve ortalama 24.20 °C, 14 Nisanda (baaklanmanın tamamlanması döneminde) 25.48 °C (Balatilla)-26.86 °C (Panda) arasında ve ortalama 26.18 °C, 13 Mayısda (geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş döneminde) 27.49 °C (Golia)-28.29 °C (Adana-99) arasında ve ortalama 27.97 °C, 20 Mayısda (erken hamur olum döneminde) 28.23 °C (Panda)-28.64 °C (Genç-99) arasında ve ortalama 28.43 °C lm olup, çeşitler arasında önemli fark bulunmamıştır. Delgado ve ark. (5), ekmeklik budaylarda yaptıkları çalışmada 1991 ve 1992 yetiştirme yıllarında ortalama günlük maksimum sıcaklıkların sırayla 32 ve 36 °C olduğunu ve yaprak sıcaklıklarının da buna paralellik gösterdiğini; başka bir deyişle 1991’de 31.7 °C olan yaprak sıcaklığının, 1992’de günlük maksimum sıcaklıkların artması nedeniyle 34.7 °C’ye yükseldiğini belirtmişlerdir. Bulgularımızdan da anlaşılacağı üzere, ekmeklik budaylarda ölçümün yapıldığı tarihlerde günlük maksimum sıcaklıkların artıı ile yaprak sıcaklıkları da artmıştır (ekil 1).



**Şekil 1.** Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde 2002 Nisan ve Mayıs Aylarında Ölçülen Yaprak Sıcaklığı ve Adana İli Günlük Maksimum Sıcaklık değerleri (°C). G.M.S., günlük maksimum sıcaklıkları; E.Ç.Y.S., ekmeklik çeşitlerde yaprak sıcaklığını; M.Ç.Y.S., makarnalık çeşitlerde yaprak sıcaklığını göstermektedir.

Çizelge 7’de görüldüğü üzere, makarnalık buğday genotiplerinin taban koşullardaki yaprak sıcaklığı, 7 Nisanda (bayrak yaprak çıkışı döneminde) 24.52 °C (Balcalı-2000)-25.39 °C (Amanos-97) arasında ve ortalama 24.91 °C; 9 Mayıs’ta (orta süt olum döneminde) 30.63 °C (NN-90.E-3-14)-31.84 °C (Balcalı-2000) arasında ve ortalama 31.30 °C; 11 Mayıs’ta (geç süt olum döneminde) 32.50 °C (Balcalı-2000)-33.59 °C (NN-90.E-3-14) arasında ve ortalama 33.21 °C ölçülmüş olup, çeşitler arasında önemli fark bulunmamıştır.

Makarnalık buğday genotiplerinin kıraç koşullardaki yaprak sıcaklığı, 3 Nisanda (karınlanma başlangıcında) 23.79 °C (Balcalı-2000)-24.73 °C (Amanos-97) arasında ve ortalama 24.24 °C, 14 Nisanda (başaklanmanın tamamlanması döneminde) 26.01 °C (NN-90.E-3-14)-26.76 °C (Dicle-74) arasında ve ortalama 26.32

°C, 13 Mayıs'ta (geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş döneminde) 27.48 °C (NN-90.E-3-14)-28.75 °C (Dicle-74) arasında ve ortalama 28.23 °C, 20 Mayıs'ta (erken hamur olum döneminde) 27.77 °C (Balcalı-2000)-28.46 °C (Amanos-97 ve Porron4/Yuan1) arasında ve ortalama 28.14 °C ölçülmüş olup, çeşitler arasında önemli fark bulunmamıştır. Bitki topluluğu sıcaklığı değerlerinin, stresli koşullarda stressiz koşullara göre daha yüksek bulunduğu bildirilmektedir (32). Nitekim bulgular, ekmeklik buğdaylardaki duruma benzer olarak makarnalık buğdaylarda da ölçümün yapıldığı tarihlerde günlük maksimum sıcaklıkların artışına paralel olarak yaprak sıcaklıklarının da arttığını göstermektedir (şekil 1).

### **3.3. Stoma iletkenliği – yaprak sıcaklığı ilişkileri**

Taban ve kıraç koşullarda, ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde, stoma iletkenliği ile yaprak sıcaklığı arasındaki ilişkiler izelge 8'de verilmiş olup; ilişkilerin her iki çevrede ve her iki buğday türünde çoğunlukla olumsuz olduğu; istatistiksel olarak önemli olumsuz ilişkilerin daha çok makarnalık buğday genotiplerinde gözlendiği anlaşılmaktadır. Çizelge 8'den, kıraç koşullarda stoma iletkenliği ile yaprak sıcaklığı arasındaki bu olumsuz ilişkilerin, topraktaki kısıtlı sudan dolayı, bitkinin su kaybetmemek adına, artan yaprak sıcaklığına bağlı olarak, stomalarını kapatmak suretiyle terleme yapmayarak, başka bir deyişle stoma iletkenliklerini düşürmek suretiyle bünyelerindeki suyu koruma isteğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu anlamda, ölçüm dönemleri bakımından da herhangi bir ayırım yapılamayacağı, başka bir deyişle, gerek başaklanma ncesi (ZD.39-43) ve gerekse dane dolum (ZD.77-79) dönemlerinde bu iki fizyolojik özellik arasındaki ilişkilerin benzer eğilimler gösterdiği anlaşılmaktadır (izelge 8).



**Çizelge 8.** Taban ve Kıraç Koşullarda Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Farklı Dönemlerde Ölçülen Stoma İletkenliği – Yaprak Sıcaklığı İlişkileri.

Tür	Taban çevre		Kıraç çevre	
	7 Nisan (ZD. 39)	11 Mayıs (ZD.77)	3 Nisan (ZD.43)	13 Mayıs (ZD.79)
<b>Ekmeklik</b> (n=24)	0.21	-0.09	-0.63**	-0.17
<b>Makarnalık</b> (n=20)	-0.26	-0.44*	-0.60**	-0.65**

\*: %5, \*\*: %1 önem seviyesini; Zadoks gelişme skalasına göre ZD.39, bayrak yaprak çıkışı; ZD.43, karınlanma başlangıcı; ZD.77, geç süt olum; ZD.79, geç süt olumdan erken hamur olum devresine geçiş dönemlerini göstermektedir (25)

#### 4. Sonuç

Bulgularımız, stoma iletkenliği ve yaprak sıcaklığı ölçümlerinin buğday ıslahı programlarında, fizyolojik seleksiyon kriteri olarak kullanılabilirliğini; ancak bu çalışmada bu iki özellik bakımından da genotipik değişimlerin çok az olduğu, dolayısıyla daha fazla varyasyon yakalama bakımından, daha çok çeşit ya da genotiple bu çalışmaların, su kısıtı olmayan koşullarda ve daha fazla örneklemelerle yapılması gerektiğini ve yoğun işgücü ve titizlik gerektirdiğini göstermektedir. Ayrıca bu tür çalışmalar; fotosentez hızı, yaprak klorofil içerikleri ve yaşlanma sürecine bağlı olarak değişimleri ve diğer yaprak özellikleri de dikkate alınarak yürütülmelidir.

## **Kaynaklar**

1. Evans LT. Crop evolution, adaptation and yield: Cambridge university press; 1996.
2. Blum A. The effect of heat stress on wheat leaf and ear photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. 1986; 37(1): 111-8.
3. Al-Khatib K, Paulsen GM. Mode of high temperature injury to wheat during grain development. *Physiologia plantarum*. 1984; 61(3): 363-8.
4. Harding SA, Guikema JA, Paulsen GM. Photosynthetic decline from high temperature stress during maturation of wheat: I. Interaction with senescence processes. *Plant Physiology*. 1990; 92(3): 648-53.
5. Delgado M, Reynolds M, Larque Saavedra A, Nava Sanchez T. Genetic diversity for photosynthesis in wheat under heat-stressed environments and its relationship to productivity: CIMMYT; 1994.
6. Reynolds M, Acevedo E, Sayre K, Fischer R. Yield potential in modern wheat varieties: its association with a less competitive ideotype. *Field Crops Research*. 1994; 37(3): 149-60.
7. Fischer R, Rees D, Sayre K, Lu ZM, Condon A, Saavedra AL. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop science*. 1998; 38(6): 1467-75.
8. Shimshi D, Ephrat J. Stomatal Behavior of Wheat Cultivars in Relation to Their Transpiration, Photosynthesis, and Yield I. *Agronomy Journal*. 1975; 67(3): 326-31.
9. Condon A, Farquhar G, Richards R. Genotypic variation in carbon isotope discrimination and transpiration efficiency in wheat. Leaf gas exchange and whole plant studies. *Functional Plant Biology*. 1990; 17(1): 9-22.

10. Squire G, Black C. Stomatal behaviour in the field. *Stomatal Physiology*. 1981: 223-45.
11. Jones H. Aspects of the water relations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to induced drought. *The Journal of Agricultural Science*. 1977; 88(2): 267-82.
12. Roark B, Quisenberry J. Environmental and genetic components of stomatal behavior in two genotypes of upland cotton. *Plant physiology*. 1977; 59(3): 354-6.
13. Condon A, Richards R, Farquhar G. The effect of variation in soil water availability, vapour pressure deficit and nitrogen nutrition on carbon isotope discrimination in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1992; 43(5): 935-47.
14. Koç M, Barutçular C, Genç I. Photosynthesis and productivity of old and modern durum wheats in a Mediterranean environment. *Crop Science*. 2003; 43(6): 2089-98.
15. Sage RF, Kubien DS. The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. *Plant, cell & environment*. 2007; 30(9): 1086-106.
16. Nagai T, Makino A. Differences between rice and wheat in temperature responses of photosynthesis and plant growth. *Plant and Cell Physiology*. 2009; 50(4): 744-55.
17. Anonim. Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Aylık Hava Raporları. 2002.
18. Anonim. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Laboratuvarları Analiz Sonuçları. 2002.
19. Schlichting E, Blume E. *Bodenkundliches practicum*. Editor: Parey, VP Hamburg. 1966: 94.
20. Richards LA. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*: LWW; 1954.

21. Bouyoucos GJ. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. *Agronomy journal*. 1951; 43(9): 434-8.
22. Cooms J, Hall D, Long S. *Techniques in bioproductivity and photosynthesis*. Oxford: Pergamon Press; 1985.
23. MSTAT-C. MSTAT-C Software Version 1.4. Crop and Soil Science Department, Michigan State University, East Lansing, MI, Michigan, USA. 1989.
24. Minitab. MINITAB Inc. Statistical software. Minitab Release 13.0. 1995.
25. Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*. 1974; 14(6): 415-21.
26. Reynolds M, Nagarajan S, Razzaque M, Ageeb O. Using canopy temperature depression to select for yield potential of wheat in heat-stressed environments: CIMMYT; 1997.
27. Rebetzke G, Read J, Barbour M, Condon A, Rawson H. A hand-held porometer for rapid assessment of leaf conductance in wheat. *Crop Science*. 2000; 40(1): 277-80.
28. Jiang G, Hao N, Bai K, Zhang Q, Sun J, Guo R, et al. Chain correlation between variables of gas exchange and yield potential in different winter wheat cultivars. *Photosynthetica*. 2000; 38(2): 227-32.
29. Bahar B, Yildirim M, Barutcular C. Relationships between stomatal conductance and yield components in spring durum wheat under Mediterranean conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2009; 37(2): 45-8.
30. Rees D, Sayre K, Acevedo E, Nava Sanchez T, Lu Z, Zeiger E, et al. Canopy temperatures of wheat: relationships with yield and potential as a technique for early generation selection: CIMMYT; 1993.

31. Koç M, Barutçular C, Tiryakioğlu M. Possible heat-tolerant wheat cultivar improvement through the use of flag leaf gas exchange traits in a Mediterranean environment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2008; 88(9): 1638-47.
32. Araghi SG, Assad M. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*. 1998; 103(3): 293-9.



AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARININ  
TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE  
OLAN ETKİLERİNİN ORTAYA  
KONULMASI\*

*Mehmet KÜÇÜK\*\**

*Kasım AKSU\*\*\**

---

\*Bu çalışma Kasım Aksu'nun yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

\*\* Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü,

\*\*\* Artvin Çoruh Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü (Mezun)





## 1. GİRİŞ

Son yüzyılda, iklim değişikliğine ve arazi bozulmasına en büyük antropojenik katkılardan biri olan doğal bitki örtüsünün tarım arazisine dönüştürülmesi, karasal biyosferden atmosfere net bir karbon kaybına yol açmıştır (Deng ve ark 2014); Orman ekosistemleri, topraktaki atmosferik karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) tutulmasında etkin rol oynamaktadır (Nitsch ve ark, 2018).

Hem toprak bozulmasını engellemek hem de küresel iklim değişikliğinin etkilerini daha iyi ortaya koymak amacı ile birçok ülke, tarımsal alanlar, çayırılık alanlar ve çıplak alanların tekrar ormanlara dönüştürülmesi için ağaçlandırma programlarını uygulamaya koymuştur (Zeng ve ark., 2014; Nunez-Mir ve ark., 2015; Han ve ark., 2017). Yapılan bir çalışmada 1990 ile 2015 yılları arasında, küresel boyutta ağaçlandırılma yapılmış olan alanların 168 milyon hektardan 278 milyon hektara çıktığı belirtilmiştir (Keenan ve ark 2015). Türkiye topraklarının büyük bir kısmı farklı seviyelerde erozyona maruz kalmaktadır. Her yıl milyonlarca ton verimli üst toprak erozyon nedeniyle kaybolmaktadır. Türkiye’de erozyonla mücadelede benimsenen en yaygın yöntemlerden biri ağaçlandırmadır (Korkanç, 2014).

Türkiye’de ulusal düzeyde büyük çaplı ağaçlandırma çalışmaları öncelikle 50 yılı aşkın süredir devlet eli ile yürütülmektedir. Örneğin, 2010-2017 arasındaki dönemde farklı ağaç türleri kullanılarak yıllık 43120 hektarlık alan ağaçlandırılmıştır (OGM, 2018). Bu ağaçlandırma çalışmalarının büyük çoğunluğu çıplak araziler üzerinde yapılmıştır. Anadolu’nun farklı bölgelerinde toprak koruma, erozyon kontrolü, su rejimi düzenlemesi ve odun üretimi gibi amaçlar için birçok farklı ağaç, çalı ve çalı türü, hatta egzotik türler ağaçlandırmada kullanılabilir (Uslu, 1970; Ürgenç, 1998; Çalışkan ve Boydak, 2017).

Ağaçlandırma, orman dışında bulunan alanların dikim yolu ile orman alanlarına dönüştürülmesini ifade etmektedir. Aynı za-

manda ağaçlandırma çalışmaları ile toprakların bozulması engellenmekte ve bozulan ekosistemlerin bütünlüğünü yeniden eski haline getirilmesi amacı ile en fazla kullanılan tekniklerden biri olarak ifade edilir (Nunez-Mir ve ark., 2015).

Ağaçlandırma çalışmaları ile birlikte topraklardaki birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler değişmiştir. Bazı durumlarda toprak özelliklerindeki değişimler artma yönünde olurken bazı durumlarda azalma yönünde olmuştur. Bunun nedenleri olarak bitki örtüsü türü, ağaçlandırılan bölgenin coğrafik durumu, iklim yapısı ve arazi kullanım durumu söylenebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Erzurum ilinde sarıçam türü ile yapılan ağaçlandırma çalışmaları incelenmiş olup, ağaçlandırma çalışmalarının bozulmuş topraklardaki toprak özelliklerinde zamanla birlikte yaptığı etkinin hangi düzeyde olduğunun ortaya konulması amaçlanmıştır

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı**

Araştırmaya konu olan sahalar, Erzurum il sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanlarında yapılan ağaçlandırma çalışmaları 1999, 2010 ve 2015 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı; 40°04', 21'K enlem ve 41°15', 23"D boylamları arasında yer almaktadır, çalışma alanının ortalama yüksekliği 2250 m olup bakışı doğu bakısıdır (Şekil 1).

Çalışma alanındaki iklim verileri Erzurum iklim istasyonunda var olan veriler kullanılarak değerlendirilmiştir. Buna göre istasyondaki ortalama sıcaklık 5,7 C, ortalama yağış ise 431,4 mm olarak hesaplanmıştır. Buna göre iklim verilerinin alana uyarlanması ile birlikte çalışma alanındaki ortalama sıcaklık 3,2 C, ortalama yağış ise 681,4 mm olarak hesaplanmıştır. Çalışma sahasının iklim tipi Erinç'in yağış etkinliği indisine göre iklim tipi "yarı nemli",

vejetasyon örtüsü ise “**kurak muntika ormanları**” şeklinde belirlenmiştir. Jeolojik yapı olarak, söz konusu sahada yapılan etüt sonucu sahaların ana kayasının bazalt olduğu tespit edilmiştir. Toprak türü kumlu balçıktır. Araştırma alanları genel olarak bitki örtüsü bakımından sarıçam gibi ağaçlandırma sahaları yanında, yine ormanlık alanda sarıçam türleri bulunmaktadır. Ayrıca açıklık alan olarak alınan araştırma alanlarında otsu bitkiler vardır.



**Şekil 1.** Çalışma alanından görünümeler

## **2.2. Yöntem**

Toprak örnekleri alımı deneme alanı olarak seçilen 4 farklı bölgeden (20 yıllık, 10 yıllık dikim, 5 yıllık dikim sahalarından ve bitişiklerinden dikim yapılmayan (kontrol) alanlar) alınmıştır. Dikim yapılan her bir bölgeden 5 örnekleme noktası, kontrol 9 örnekleme noktası rastgele seçilmiş olup her bir örnekleme noktasından 2 tekrarlı olacak şekilde 0-10 ve 10-20 cm derinlik kademelerinden bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Toplamda 96 toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri 2019 yılı mayıs ayında alınmıştır.

Alınan topraklar hava kurusu neme gelinceye kadar kurutul-

muştur. Kurutulan topraklarda kök ve taşlar ayıklandıktan sonra porselen havanda dövülerek 2 mm'lik çelik elekten geçirilmiştir.

Alınan toprak örneklerinde birtakım kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır. Bu analizler, tane boyutu (tekstür), toprak reaksiyonu(pH), Elektriksel iletkenlik(EC), toplam kireç, organik madde, toplam azot karbon azot oranı (C/N), dispersiyon oranı, erozyon oranı ve agregat stabilitesi gibi analizlerdir.

Toprakların tane boyutu analizi Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Gülçur, 1974). pH ve elektriksel iletkenlik (Ec) değerleri, HAGH marka pH EC metre ile cam elektrot metodu ile tespit edilmiştir. Aktüel asitlik ve EC için 1/2,5 oranında saf su/toprak karışımı kullanılmıştır (Gülçur, 1974). Kireç analizi Scheibler kalsimetresi yöntemine göre yapılmıştır (Kaçar, 2009). Organik madde analizi için, Walkley - Black yaş yakma metodu kullanılmıştır (Gülçur 1974, Kaçar, 2009). Toplam azot belirlemesi amacı ile Kjeldahl yaş yakma metodu uygulanmıştır (Steubing, 1965, Öztürk ve ark., 1997 ). Karbon azot oranı, organik maddeden belirlenen organik karbonu toplam azota bölünmesi ile elde edilmiştir. Dispersiyon oranı, Middleton'un dispersiyon oranı yöntemine göre hesaplanmıştır (Gülçur, 1974). Bu orana göre toprağın dispersiyon oranı 15'ten küçükse erozyona dayanıklı, 15'ten büyük ise erozyona duyarlıdır (Özyuvacı, 1971, Balcı, 1996). Topraklardaki erozyon oranı, tekstür analizi sonucu bulunan dispersiyon oranı ile toprağın kolloid/nem ekivalanı değerinin birbirine oranlanması sonucu belirlenmiştir (Özyuvacı, 1971, Balcı, 1996). Agregat stabilitesi ölçümü, hava kuru hale gelen topraklardan 2-4 g alınarak Yoder marka ıslak eleme cihazı ile yapılmıştır (Kemper ve Rosenau, 1986).

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, tek yönlü varyans (One way Anova) analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi ile birlikte hem kontrol noktası hemde orman alanları ile ağaçlandırma sahaları arasında farklılığın olup olmadığı belirlenmiştir. Or-

taya çıkan farklılıklar tukey testi ile gruplandırılmaya çalışılmıştır Derinlik kademesi arasındaki farklılıkları belirlemek için bağımsız t testi yapılmıştır. Toprak özelliklerinin birbirleri ile olan etkisini belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Bütün bu analizler SPSS 16.0 istatistik paket programında yapılmıştır. İstatistik analizde tablolarda gösterilen büyük harfler(A,B,C) dikim zamanları arasındaki farklılığı küçük harfler(a,b) ise derinlik kademeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak için kullanılmıştır

### **3. BULGULAR ve TARTIŞMA**

#### **3.1. Toprak Tane Boyutu (Tekstür)**

Çalışma sonucuna göre elde edilen verilerde toprak tane boyutuna ait ortalama değerler tablo 1 de verilmiştir. Bu verilere göre dikimle beraber ilk başlarda kum miktarında bir artış kil miktarında ise azalma görülürken bu değişimler 20 yıllık dikim sahalarında kontrol alanlarına yakın seviyelere gelmiştir. Derinlik kademesi arttıkça kum içeriği 5 ve 10 yıllık dikim alanlarında azalırken, diğer alanlarda artmıştır. Kil içeriği yine derinlik kademesi artarken 5 ve 10 yıllık dikim sahasında artarken diğer alanlarda azalmıştır. 0-10 cm derinlik kademesinde Kontrol alanları ile dikim sahaları arasında kum, kil ve toz bakımından olan değerlerin farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde çıkmıştır ( $P<0,05$ ). 10-20 cm derinlik kademesinde kum ve toz değerlerindeki farklılık anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

**Tablo 1.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama kum, kil ve toz değerleri

Toprak Özelliği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	Önem Düzeyi (P)
Kum	0-10 cm	32,2Ba	43,6Aa	43,5Aa	28,5Ba	0,000
	10-20 cm	34,9ABa	35,1ABb	38,1Aa	30,7Ba	0,002
Kil	0-10 cm	42,0Ba	28,2Aa	30,8Aa	44,7Ba	0,000
	10-20 cm	38,7Ab	37,2Ab	38,2Ab	41,7Aa	0,078
Toz	0-10 cm	25,8Aa	28,2Ba	25,7Aa	26,8Ba	0,032
	10-20 cm	26,4Ba	27,7Ba	23,7Ab	27,6Ba	0,000

Çalışmadan beklenen sonuç, kum miktarında azalma kil miktarında ise artışın gözlenmesidir. Fakat ağaçlandırma yapılmadan önce alanda toprak işlemenin yapılması ile kum miktarını artırıcı kil miktarını azaltıcı etki yapacağı düşünülmektedir. Kontrol alanı olarak alınan alanın otsu bitkilerle kaplı olması bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Yağışların ani ve şiddetli olması dikim alanlarında toprağı örtecek yeşil örtünün yeterince olmaması kilin yüzeysel akışla taşınmasına sebep olmaktadır. Buda kum miktarının artışında kil miktarının azalmasında etken olmaktadır. 20 yıllık ağaçlandırma sahalarındaki kum ve kil miktarları kontrol noktalarındaki seviyelere yaklaşmaktadır. Toz değerleri incelendiğinde ise kum ve kil değerlerinde olduğu gibi belirgin bir değişim göstermemiştir.

Burada arazi hazırlığının toprak tekstüründe özellikle kum ve kil miktarı üzerindeki olumsuz etkisini görülmektedir.

### 3.2. Toprak Reaksiyonu ve Elektriksel İletkenlik

Çalışma sonucunda elde edilen ortalama pH ve Ec değerleri tablo 2 de verilmiştir. Bu verilere göre her iki derinlik kademesinde de toprakların pH değerleri 20 yıllık dikim sahasında (6,96 ve 6,92) yüksek bulunurken, en düşük ise 10 yıllık dikim alanında (5,85 ve 6,00) en düşük değer belirlenmiştir. Dikimle beraber pH değerlerinde bir azalma sonra ise bir artış görülmüştür.

EC değerleri ise ortalama olarak her iki derinlik kademesinde en fazla 20 yıllık dikim alanında (503 ve 413) en az ise yine 10 yıllık dikim alanında (235 ve 214) bulunmuştur. Derinlik arttıkça pH EC verileri azalmıştır. pH ve EC bakımından dikim sahaları ve kontrol alanları arasındaki farklılığın her iki derinlik kademesinde anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir ( $P<0,005$ ). pH ve EC değerleri bakımından derinlik kademeleri arasındaki farklılık tüm alanlarda istatistik olarak önemsiz seviyede çıkmıştır ( $P>0,05$ ).

**Tablo 2.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama pH ve EC değerleri

Toprak Özelliği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	Önem Düzeyi (P)
pH	0-10 cm	6,96Ba	6,51Aa	6,73ABa	6,75ABa	0,002
	10-20 cm	6,92Ba	6,46Aa	6,67ABa	6,74ABa	0,004
EC	0-10 cm	503Ba	235Aa	356ABa	439Ba	0,001
	10-20 cm	413Ba	214Aa	327ABa	392Ba	0,001

Kontrol alanı ile dikim alanları arasındaki pH değişimleri 0,2 birim kadar gerçekleşmiştir. Bu değişim ağaçlandırma sonrası için yeterli düzeyde olmamıştır. Hem toprağın işlenmesi ile organik madde ayrışmasının hızlandırılması hem de ani geçikle-

şen şiddetli yağışların yüzeysel akışla organik maddeyi taşıyıp yıkanmanın artması sonucunda pH değeri düşmektedir. Diğer taraftan dikim sonrası fidanların büyümeleri ile birlikte meydana gelen kök solunumu faaliyetleri de toprak asitliliğini artırıcı yönde etkilemiş olabilir. 20 yıllık ağaçlandırma alanında tekrar pH değerinin artmasının sebebi olarak alandaki örtme derecesinin artması ile birlikte hem yüzeysel akışın azalması hem de toprağa katyon girdisi ile olduğu açıklanabilir.

Toprak asitliliğinin değişimi üzerinde birçok değişken etkili olmaktadır. Bunlar toprakların bazı kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinin yanında, toprakların oluşmasında ve gelişmesinde etkili olan bazı biyotik(canlılar) ve abiyotik (iklim, ana kaya, yeryüzü şekli) faktörler yer almaktadır. Çalışma alanının toprakları, ortalama değerler bakımından hafif asit ve nötr toprak sınıfında yer almaktadır. Yapılan birçok literatür çalışmasında, ağaçlandırma ile birlikte pH değeri, bazı durumlarda artmakta bazı durumlarda ise azalmaktadır ( Kara ve Bolat 2008, Grerup ve ark., 2006, Balestend ve ark, 2000, Çavdar 2011 Akçay, 2018).

EC değerlerindeki değişim aynı pH değerlerindeki değişim gibi gerçekleşmiştir. Genel olarak pH ile Ec doğrusal bir ilişki göstermektedir. Toprakta var olan katyonların fazla olması Ec değerlerinin de artışı sağlanmaktadır. Toprakta hem yıkanma hem de bitki gelişimi için gerekli olan besin maddesinin kullanılması sonucu katyonlarda azalma görülmüştür. Dikimden sonra her geçen yıl alanda biriken organik madde miktarı artmış ve ayrışması sonucu açığa çıkan katyon miktarında da bir artış söz konusu olmuştur. Çalışma alanının tüm toprakları toprak tuzluluğu bakımından değerlendirildiğinde tuzsuz topraklar sınıfında olduğu görülmüştür.



### 3.3. Toplam Kireç

Çalışma sonucunda elde edilen ortalama toplam kireçe ait bulgular verileri tablo 3 de gösterilmiştir. Ortalama verilere göre toplam kireç içeriği her iki derinlik kademesinde en fazla 10 yıllık dikim alanında (%1,30 ve % 1,28), en az ise 5 yıllık dikim alanında (%1,02 ve % 0,96) belirlenmiştir. Derinlik kademesinin arttıkça kireç içeriği azalmıştır. Hem dikim alanları ve kontrol alanları arasındaki farklılık hemde derinlik kademeleri arasındaki farklılık istatistik bakımından anlamsız düzeyde olduğu tespit edilmiştir ( $P>0,005$ ).

**Tablo 3.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama toplam kireç değerleri

Toprak Özelliği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	Önem Düzeyi (P)
Kireç (%)	0-10 cm	1,22Aa	1,30Aa	1,02Aa	1,09Aa	0,071
	10-20 cm	1,11ABa	1,28Ba	0,96Aa	1,13ABa	0,107

Kireç içerikleri genel itibari ile ağaçlandırma sonrası artış göstermiş, bu artışın önemli düzeyde olmadığı görülmüştür. Aynı zamanda çalışma alanı topraklarına ait anakayaların kireç içerikleri açısından bakımından kireçsiz toprak sınıfında olduğu görülmüştür.

### 3.4. Organik Madde

Ortalama organik madde içeriklerine ait veriler tablo 4 de sunulmuştur. Her iki derinlik kademesinde de en az organik madde içeriği kontrol alanında (% 4,39 ve 3,44), fazla ise değer ise 5 yıllık dikim alanında (6,94 ve 5,40) bulunmuştur. Dikimle beraber organik madde miktarında bir artış görülmüş, fakat bu artma eğilimi zamanla birlikte azalma yönünde doğru değişmiştir Derinlik kademesi ile birlikte organik madde miktarında bir azalma söz konusu olmuştur. Organik maddedeki değişim, ağaçlandırma ile birlikte her iki derinlik kademesinde istatistik bakımdan önemli

seviyede olduğu belirlenmiştir ( $P < 0,005$ ). Derinlik kademeleri arasındaki değişim sadece kontrol alanlarında önemli seviyede çıkarken, dikim alanlarındaki değişimin önemli düzeyde olmadığı grlmştir ( $P > 0,05$ ).

**Tablo 4.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama organik madde değerleri

Toprak zelliği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	nem Düzeyi (P)
Organik madde (%)	0-10 cm	4,95Aa	5,86ABa	6,94Ba	4,39Aa	0,001
	10-20 cm	4,16ABa	5,21Ba	5,40Ba	3,44Ab	0,007

Kontrol alanlarının otlarla kaplanması sonucunda organik madde miktarında bir artış aynı zamanda l örtü ayrışması ile birlikte meydana gelen artış dikimden sonraki bu artışa neden olmuştur. Başlangıçtaki besin madde ihtiyacının düşük olması topraktaki organik madde miktarının yüksek bulunmasına neden olacaktır. Zamanla dikilen fidanlar büyüdükçe ihtiyaç duyan besin madde miktarı artacaktır. Fidanların bunu kullanması ile birlikte topraktaki organik madde miktarında azalma görülecektir. Otsu tabakanın ibrelere göre daha hızlı ayrışması nedeni ile ilk zamanlardaki organik madde miktarı yüksek çıkmıştır. Ağaçlandırma sonrası geçen zaman artışka organik madde miktarı da artış gösterecektir. Ağaçlandırma ile birlikte organik maddenin artışı ise alana getirilen bitki örtüsünün kök ve toprak üstü bitki ayrışması ile birlikte ortaya çıkmasından ileri gelmektedir.

Ağaçlandırma faaliyetleri yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı toprak organik maddesini artırmıştır. Yapılan birçok araştırmada ağaçlandırma faaliyetlerinin toprak organik maddesini artııcı etkisi olduğu ifade edilmiştir (Gl, 2002; Tüfekçioğlu ve ark., 2002; Atmaca ve Tuluhan, 2006; Turan, 2015; Dehşet, 2011; Kkk, 2013).

### 3.5. Toplam Azot

Ortalama toplam azot içerikleri tablo 5 te sunulmuştur. Bu verilere göre her iki derinlik kademesinde toplam azot içeriği en az kontrol alanında (% 0,30 ve 0,25) en fazla ise 5 yıllık dikim alanında (% 0,37 ve 0,28) tespit edilmiştir. Dikimle beraber azot içeriğinde bir artış söz konusu olmuştur. Genel itibari ile derinlik kademesi arttıkça toplam azot içeriği de azalmıştır. Ağaçlandırma çalışmalarının toplam azot içeriği üzerindeki etkisi 0-10 cm derinlik kademesinde önemli seviyede bulunurken 10-20 cm derinlik kademesindeki etki önemsiz seviyede çıkmıştır. ( $P>0,05$ ). Derinlik kademeleri arasındaki değişimin ise 20 yıllık dikim alanı harici diğer alanlar önemli seviyede olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

**Tablo 5.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama toplam azot değerleri

Toprak Özelliği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	Önem Düzeyi (P)
Toplam Azot (%)	0-10 cm	0,31ABa	0,33ABa	0,37Ba	0,30Aa	0,015
	10-20 cm	0,27Aa	0,27Ab	0,28Ab	0,25Ab	0,346

Özellikle dikimden sonraki ilk 5 yıldaki azotun yüksek çıkmasına neden olarak, organik maddenin ayrışması sonucunda azot bileşiklerinin açığa çıkması ve başlangıçta çok fazla besin maddesi ihtiyacının olmaması söylenebilir. Yine mikroorganizma faaliyetlerinin ilk zamanlarda hızlı olması ayrışan ölü örtünün de niteliği azot içeriği açısından belirleyici olmuştur. Çalışma alanı toprakları azot içeriklerinin bitkilerin ihtiyaç duydukları düzeyde olduğu görülmüştür.

Dehşet (2011) tarafından yapılan araştırmada ağaçlandırılmış alanlardaki azot içeriğinin ağaçlandırılmamış alanlara göre daha

fazla olduğu tespit edilmiştir. Yine ağaçlandırma konusu içeren çalışmalarda (Çavdar, 2011; Turan, 2015) ağaçlandırma çalışmaları ile birlikte azot içeriğinin artma eğilimine geçtiği belirtilmektedir. Artvin’de yapılan baraj kenarı ağaçlandırma faaliyetleri sonucunda topraktaki toplam azot içeriğinin arttığı söylenmiştir (Sarıyıldız, 2008).

Bu çalışmaların yanında, yapılan birçok çalışma ile ağaçlandırma ile birlikte toprak taki toplam azot miktarının yükseldiği belirtilmiştir ( Tüfekçioğlu ve ark., 2002; Özkan, 2004, Küçük 2013; Akdağ, 2016; Akçay 2018).

### 3.6.. Karbon Azot Oranı

Topraktaki C/N oranına ilişkin ortalama değerler tablo 6 da gösterilmiştir. Bu bulgulara göre 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek 5 yıllık dikim sahasında çıkarken (10,8), kontrol alanında (8,6) ise en az çıkmıştır. 10-20 cm derinlik kademesinde ise sıralama 10 yıllık dikim alanı (11,3) ve kontrol alanı (8,0) şeklinde bulunmuştur. Ağaçlandırma çalışması ile C/N oranı artış göstermiştir. Derinlik kademesini ile birlikte C/N oranı genel olarak azalmıştır. Ağaçlandırmanın etkisi istatistik düzeyde her iki derinlik kademesinde de önemli seviyede çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Derinlik artışının etkisi ise bütün alanlarda önemsiz seviyede çıkmıştır ( $P>0,05$ ).

**Tablo 6.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama C/N değerleri

Toprak Özelliği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	Önem Düzeyi (P)
C/N oranı	0-10 cm	9,1ABa	10,0ABa	10,8Ba	8,6Aa	0,005
	10-20 cm	8,8ABa	11,3Ca	10,7BCa	8,0Aa	0,001

Dikimden sonra karbon azot oranında bir artışın olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak ağaçlandırma alanlarında tespit

edilen organik maddenin dolayısı ile organik karbonun, kontrol alanlarına göre daha fazla çıkmasıdır. Bütün çalışma alanlarındaki C/N oranı 15 değerinin altında tespit edilmiştir. Bu da bu alanda organik madde ayrışmasının iyi olduğunun bir göstergesi olarak söylenebilir.

### **3.7. Dispersiyon Oranı ve Erozyon Oranı**

Dispersiyon oranı ve erozyon oranına ait ortalama değerler tablo 7 de gösterilmiştir. Dispersiyon oranı ortalama olarak her iki derinlik kademesinde de en fazla 20 yıllık dikim alanında (45 ve 45), en az ise 10 yıllık dikim alanında (36 ve 30) tespit edilmiştir. Genellikle dispersiyon oranı derinlik arttıkça azalmıştır. Dispersiyon oranı bakımından istatistiksel olarak ağaçlandırmanın etkisi, 0-10 cm derinlik kademesinde önemsiz düzeyde ( $P>0,05$ ), 10-20 cm derinlik kademesinde ise önemli seviyede çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Derinlik kademesinin etkisi 10 yıllık dikim alanı hariç diğer tüm alanlarda önemsiz düzeyde çıkmıştır ( $P>0,05$ )

Ortalama erozyon oranı, 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek 5 yıllık dikim sahasında(52), en düşük ise kontrol alanında (40) belirlenmiştir (Tablo 7). 10-20 cm derinlik kademesinde ise bu sıralama 20 yıllık dikim alanı (47) ve 10 yıllık dikim alanı (26) olarak tespit edilmiştir. Ağaçlandırma çalışmaları ile birlikte erozyon oranı değerlerinde ilk başta artma sonrasında azalma gözlenmiştir. Ağaçlandırma ile birlikte erozyon oranındaki değişim, 0-10 cm derinlik kademesinde önemli düzeyde çıkmazken ( $P>0,05$ ), 10-20 cm derinlik kademesinde ise önemli seviyede bulunmuştur( $P<0,05$ ). Erozyon oranı değerlerinde, derinlik kademesi arttıkça 20 yıllık dikim sahası ve kontrol sahasında artış görülürken, 5 ve 10 yıllık dikim sahasında azalış görülmüştür.

**Tablo 7.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama dispersiyon oranı ve erozyon oranı değerleri

Toprak Özelliği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	Önem Düzeyi (P)
Dispersiyon oranı	0-10 cm	45 Aa	36Aa	43Aa	39Aa	0,095
	10-20 cm	45Ba	30Ab	34Aa	40ABa	0,003
Erozyon Oranı	0-10 cm	43Aa	43Aa	52Aa	40Aa	0,339
	10-20 cm	47Ba	26Ab	29Ab	44Ba	0,000

Ağaçlandırma ile birlikte dispersiyon oranında belli şekilde artma ya da azalma eğilimi görülmemiştir. Bunun sebebi olarak organik madde ve kil miktarının değişim gösterilebilir. Organik madde miktarında ve kil içeriğindeki artış dispersiyon oranını azaltmaktadır. Yine hacim ağırlığının artması ile birlikte dispersiyon oranı da artış gösterecektir. Organik madde içeriğinin 10 yıllık alanlara nazaran yüksek çıkması dispersiyon oranında azaltıcı bir etki yapmıştır.

Aynı zamanda dikim öncesi yapılan arazi toprak işleme hazırlığının da dispersiyon oranı üzerinde olan olumsuz etkisi kaçınılmazdır. Örneğin agregatlaşma değeri azaldıkça dispersiyon oranı da artacaktır. Çalışmada yer alan bütün alanların dispersiyon oranı için sınır değeri olan 15 in üstünde olduğu görülmüştür. Bölgenin erozyon riskinin yüksek olduğu elde edilen bulgularla da görülmüştür. Alanın ağaçlandırma yapılması ve bu ağaçlandırma üzerinden uzun süre geçmesi ile birlikte dispersiyon oranının düşeceği tahmin edilmektedir. Yılmaz (2007), yapmış olduğu çalışmada açıklık alandaki dispersiyon oranının orman alanlarına göre daha yüksek çıktığını belirtmiştir.

Erozyon oranı değerleri özellikle üst toprakta tüm dikim alanlarında kontrol alanına nazaran daha yüksek çıkmıştır. Yine buna etken olarak topraktaki tutulan su, toprağın kil ve organik madde içeriği belirleyici rol oynamaktadır. Aynı zamanda toprak iş-

lemesi ile birlikte toprakta agregatlaşma bozulacak toprak tane-ciklerinin birbirine tutunması zorlaşacaktır. Buda erozyon riskini artıracaktır. Elde edilen sonuçlara göre tüm alanlar erozyon riski taşımaktadır. Yine erozyon riskinin azalması için alanda yapılan ağaçlandırma çalışmaları üzerinden epey bir süre geçmesinin gerekliliği de ortaya çıkmıştır.

### 3.8. Agregat Stabilitesi

Agregat stabilite değerleri tablo 8 de gösterilmiştir. Bu veriler irdelendiğinde, 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek değer 5 yıllık dikim sahasında (86,0) tespit edilirken, en düşük değer ise 20 yıllık dikim alanında (79,5) belirlenmiştir. 10-20 cm derinlik katmanında ise en düşük değer kontrol noktasında tespit edilirken, en yüksek değer yine 5 yıllık dikim sahasında belirlenmiştir. Genel itibari ile derinlik kademesi arttıkça agregat stabilitesi 20 ve 10 yıllık dikim alanlarında artarken, 5 yıllık dikim alanı ve kontrol alanında azalmıştır. Agregat stabilitesi bakımından çalışma alanları arasındaki farklılık iki derinlik katmanında da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunamamıştır ( $P>0,005$ ). Yine derinlik kademeleri arasındaki farklılık bütün çalışma alanlarında önemsiz düzeyde çıkmıştır ( $P>0,05$ ).

**Tablo 8.** Dikim ve kontrol alanlarındaki ortalama agregat stabilitesi değerleri

Toprak Özellği	Derinlik	20 Yıllık Dikim	10 Yıllık Dikim	5 Yıllık Dikim	Kontrol	Önem Düzeyi (P)
Agregat Stabilitesi (%)	0-10 cm	79,5Aa	82,5Aa	86,0Aa	79,7Aa	0,053
	10-20 cm	80,2Aa	84,2Aa	85,2Aa	77,7Aa	0,060

Ağaçlandırma ile birlikte agregat stabilitesi değerlerinde az da olsa bir artış eğilimi görülmüştür. Fakat Ağaçlandırma üzerinden geçen 20 yıllık sürenin bu değişimde önemli olacak kadar bir zamanın yeterli olmayacağı fikrini ortaya koymuştur. Toprak agregatlaşmasını etkileyen ana etmenlerin başında, kum, kil, or-

ganik madde gibi toprak özellikler gelmektedir. Kil ve organik madde içeriğinin fazla olması ile agregat stabilitesini artacağı, kum ve iskelet içeriğinde meydana gelecek artışında agregatlaşmayı azaltacağı bilinmektedir. Yapılan bazı araştırmalarda toprağa organik maddenin takviye edilmesi ile topraktaki agregatlaşmanın arttığı (Özbek ve ark., 1993), yine kil ilavesi ile de agregatlaşmanın artma eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Páre ve ark., 1999).

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ağaçlandırma çalışmaları sonucunda toprakta görülen değişimler kısaca özetlenmiştir.

Buna göre ağaçlandırma ile birlikte toprakta ölçülen, kil, pH, EC, organik madde, toplam azot, C/N oranı, erozyon oranı agregat stabilitesi değerleri artarken, kum ve dispersiyon oranı değerleri azalmıştır. Bu sonuçlar ile birlikte ağaçlandırmanın toprakların iyileşmesi korunması ve verimliliği açısından önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Fakat beklenen sonuçların daha uzun yıllar geçtikten sonra alınabileceği fikri de ortaya çıkmıştır. Zira orman alanlarındaki toprakların oluşum ve gelişim süreci uzun yılları almaktadır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre özellikle bozuk alanlar ve kurak mıntika ormanlarında gerçekleştirilen ağaçlandırma faaliyetleri ile toprak özelliklerinde önemli ölçüde düzelmelerin olabileceği sonuçlarına varılmıştır. Bu bulgular ışığında bu tür bozuk alanların ağaçlandırma uygulamaları ile orman varlığına katılması uygun görülebilir.

Kısa vadede erozyon tehlikesi gözükse de ileriki zamanda ağaçlandırma ile birlikte erozyon tehlikesi azalacak bu şekilde meydana gelen toprak kayıpları da engellenmiş olacaktır. Çünkü çıplak alanda toprak materyalini tutacak herhangi bir etken olmadığı için yağın yağışla birlikte toprak materyali eğim yönünde taşınacaktır toprak verimsizleşecektir.



## KAYNAKLAR

1. Akçay, S. 2018. Sarıçam Ağaçlandırma Sahalarında Azot Mineralleşme Potansiyelinin Belirlenmesi (Giresun-Şebinkarahisar Örneği) Artvin Çoruh Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
2. Akdağ, F., 2016. Dikimle Oluşturulmuş Kayın, Kızılağaç Ve Kayın-Kızılağaç Sahalarında Azot Mineralleşme Potansiyelinin Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
3. Atmaca, F. ve Tuluhan, Y., 2006. Turan Emeksiz Kıyı Kumul Ağaçlandırmasının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Doğa Dergisi (Journal Of Doğa), Sayı: 12.
4. Balcı, N..1996. Toprak Koruması., İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 439, İstanbul,
5. Balesdent, J., Chenu, C. and Balabane, M., 2000. Relationship of Soil Organic Matter Dynamics to Physical Protection and Tillage. . pp. 101-107. Soil and Tillage Research 53, pp. 215-230.
6. Çavdar, G., 2011. Yarı Kurak Alanlarda Gerçekleştirilen Ağaçlandırma Çalışmalarının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkilerinin İrdelenmesi: Polatlı (Sarıoba) Örneği Yüksek Lisans Tezi, A.Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
7. Dehşet, F. 2011. Baraj ve Yol İnşası Nedeniyle Tahrip Edilen Alanlarda Yapılan Erozyon Kontrol Çalışmalarının Toprak Özelliklerinin İyileştirilmesi Üzerine Etkilerinin İrdelenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
8. Deng, L., Shangguan, Z.P., Sweeney, S., 2014. Grain for Green” driven land use change and carbon sequestration on the Loess Plateau. China. Sci. Rep-UK. 4, 7039.

9. Göl, C., 2002. Çankırı Eldivan Yöresinde Arazi Kullanım Türleri ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 201s, Ankara.
10. Grerup, U. F., Brink, D. J. and Brunet, J., 2006. Land Use Effects on Soil N, P, C and pH Persist Over 40-80 Years of Forest Growth on Agricultural Soils. , Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, s. 17-29. Forest Ecology and Management.
11. Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, s.225.
12. Han, X.H., Zhao, F.Z., Tong, X.G., Deng, J., Yang, G.H., Chen, L.M., Kang, D., 2017. Understanding soil carbon sequestration following the afforestation of former arable land by physical fractionation. *Catena* 150, 317–327.
13. Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın dağıtım. Genişletilmiş 2. Baskı. 467 Sayfa.
14. Kara Ö, Bolat İ., 2008. The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartın province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32 (4), 281-288
15. Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., Freitas, J.V.D., Grainger, A., Lindquist, E., 2015. Dynamics of global forest area: results from the FAO global forest resources assessment 2015. *Forest Ecol. Manag.* 352, 9–20.
16. Kemper, W.D. and Rosenau, R.C., 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods.* 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
17. Korkanç, S.Y., 2014. Effects of afforestation on soil orga-

- nic carbon and other soil properties. *Catena* 123 (2014) 62–69.
18. K   k, M., 2013. Farklı eğim ve bakı gruplarında bulunan meŐe meŐcerelerinde ve mera alanlarında azot mineralizasyonu ve toprak solunumunun belirlenmesi. Doktora Tezi. K.T. . Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
  19. Nitsch, P., Kaupenjohann, M., Wulf, M., 2018. Forest continuity, soil depth and tree species are important parameters for soc stocks in an old forest (Templiner Buchheide, northeast Germany). *Geofis. Int.* 310, 65–76.
  20. Nunez-Mir, G.C., Iannone, I.B.V., Curtis, K., Fei, S., 2015. Evaluating the evolution of forest restoration research in a changing world: a “big literature” review. *New For.* 46 (5–6), 669–682.
  21.  zbek, H., Kaya Z., Gök, M. ve Kaptan, H. 1993.  ukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, ss: 77-119, Adana.
  22.  zkan, K. 2004. Prof. Dr. Bekir Sıtkı EVCİMEN Sedir Koruma Ormanında Toros Sedir’inin (*Cedrus libani* A. Rich.) Gelişimi ile YetiŐme Ortamı Faktörleri Arasındaki İlişkiler, Ankara Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5 (2), 327-331.
  23. Öztürk, M., Pirdal, M., ve  zdemir F., 1997. Bitki Ekolojisi Uygulamaları, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No, 157, Bornova, İzmir.
  24.  zyuvacı, N., 1971. Topraklarda erozyon eğiliminin tespitinde kullanılan bazı önemli indeksler, İstanbul Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, B, 21, 1:190-207.
  25. Pare, T., Dinel, H., Moulin, A. P. and Townley-Smith, L. 1999. Organic Matter Quality and Structural Stability of a Black Chernozemic Soil Under Different Manure and

- Tillage Practices. Geoderma, pp: 311-326.
26. Sarıyıldız, T., 2008. Çoruh Havzası Deriner Barajı Yol Şevi Ve Geçici Yerleşim Yeri Çevre Ağaçlandırılmasında Kullanılan Farklı Türlerin Altındaki Toprakların Bazı Özelliklerinin Doğal Ve Açık Alanların Toprak Özellikleriyle Karşılaştırılması., Baraj Havzalarında Ormancılık I. Ulusal Sempozyumu, K.S.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 46060, Kahramanmaraş, 2008.
  27. Steubing, L. 1965. Pflanzenökologische Praktikum. Berlin-Hamburg, Parey.
  28. OGM, 2018. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı (2019-2023). <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/StratejikPlan/Forms/AllItems.aspx> (accessed 22 March 2020).
  29. Uslu, S., 1970. İç Anadolu'nun ormansızlık problemi]. Forestist 20(3), 115–126.
  30. Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
  31. Turan, A. 2015. Ağaçlandırma Çalışmalarının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkilerinin İrdelenmesi. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
  32. Tüfekçioğlu, A., Yüksek, T. and Kalay, H.Z., 2002. Gümüşhane İli Torul İlçesi Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Biyokütle ve Bazı Toprak Özellikleri Yönünden İncelenmesi, Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu, Gümüşhane.
  33. Yılmaz, F 2007. Erfelek Barajı Yağış Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce. Çalışkan, S., Boydak, M., 2017. Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey.

Turk. J. Agric. For. 41, 317–330.

34. Zeng, X.H., Zhang, W.J., Cao, J.S., Liu, X.P., Shen, H.T., Zhao, X., 2014. Changes in soil organic carbon, nitrogen, phosphorus, and bulk density after afforestation of the “Beijing-Tianjin sandstorm source control” program in China. *Catena* 118, 186–194.