

## Bazı Çalı Bitkilerinin Sezonluk (İlkbahar, Yaz, Sonbahar) Yaprak Örneklerindeki Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri

Celalettin AYGÜN<sup>1</sup> İsmail KARA<sup>1</sup> Hülya HANOĞLU ORAL<sup>2</sup>  
İlker ERDOĞDU<sup>1</sup> A. Kadir ATALAY<sup>1</sup> A. Levent SEVER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

<sup>2</sup>Koyunculuk Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Bandırma, Balıkesir  
celalettin.aygun@tarim.gov.tr

### Öz

Makro ve mikro elementlerin bitkilerin büyümesinde önemli rolleri olduğu gibi, bitkilerde yeterli oranlarda bulunarak hayvanlar tarafından alınması da o kadar önemlidir. Çalımı bitkilerin kurak sezonda özellikle küçükbaş hayvanların beslenmesine katkılarının izahı ve kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla 2007-2011 yıllarında, 24 adet çalı bitkisinin yapraklarında bulunan makro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg) ile mikro besin elementlerinin (Mn, Cu, Fe, Zn) ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde belirlenmesi amaçlanmış olup buna göre; azot içeriklerinin ilkbahar, yaz ve sonbaharda sırasıyla ortalama %2.25, %1.56 ve %0.56, fosfor içeriklerinin mevsimsel olarak ilkbahar, yaz ve sonbaharda sırasıyla ortalama; %0.28, %0.22 ve %0.17, potasyum içerikleri %0.96, 0.83 ve 0.65, kalsiyum içerikleri %0.51, 0.51 ve 0.50, magnezyum içerikleri %0.51, 0.51 ve 0.50 olarak belirlenirken, mikro besin elementlerinden ilkbahar, yaz ve sonbaharda sırasıyla ortalama demir 453.25, 449.88 ve 287.93 ppm, çinko 17.68, 15.11 ve 15.30 ppm, mangan 96.38, 76.67 ve 63.17 ppm, bakır 6.32, 5.29 ve 6.72 ppm olarak belirlenmiştir. Ortalama azot içeriği en yüksek *Elaeagnus angustifolia* L. (%2.70), en düşük *Rosa domestica* L. (% 0,53), fosfor içeriği en yüksek *Vitex agnus-castus* Spach, (%0.41), en düşük ise *Rhus coriaria* L. (%0.11), potasyum içeriği en yüksek *Rosa domestica* L. (%1.66), en düşük *Berberis vulgaris* L. (%0.01) belirlenmiş, kalsiyum içeriği en yüksek *Gypsophila sphaerocephala* Fenzl Ex Tchihat (%3.71), en düşük *Vitex agnus-castus* L. (%0.17), magnezyum içeriği en yüksek *Clematis viticella* L. (%1.19), en düşük *Globularia trichosantha* Fisch, Mey, (%0.18) olarak belirlenmiştir. Demir en yüksek *Cistus creticus* L. (907.40 ppm), en düşük *Rhus coriaria* L. (158.39 ppm), çinko en yüksek *Mahonia aquifolium* L. (34.98 ppm), en düşük ise *Sorbus domestica* (9.79 ppm)'da, mangan en yüksek *Rosa pulverulenta* (201.50 ppm), en düşük *Rosa canina* (8.53 ppm), bakır en yüksek *Rosa canina* L. (11.38 ppm), en düşük *Globularia trichosantha* L. (1.60 ppm) olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında incelenen çalı türlerinin besin içeriklerinin sezonlara göre değişmekle birlikte bazı türlerde, bitkilerde bulunması gereken sınır değerlerin üstünde, bazı türlerde ise nispeten düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak; mevsimsel olarak düşünüldüğünde hayvanların besin ihtiyaçlarının kurak sezonda karşılanması hususunda ilave yemler olarak kullanılabilirler görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çalı, sezon, yaprak, makro, mikro, besin elementi

### Macro and Micro Nutrient Contents in Seasonal (Spring, Summer, Fall) Leaf Samples of Some Shrub Plants

#### Abstract

It's well known that macro and micro elements play important role not only plant growth, it is also important to be eaten by animals as they are in sufficient proportions in plants. The purpose of this study to determine the effects of macro (N, P, K, Ca, Mg) and micro nutrients (Mn, Cu, Fe, Zn) on animal nutritient during the 2007-2011 plant growth season (spring, summer and fall). Seasonal mineral contents in spring, summer and fall were found to be 2.25%, 1.56% ve 0.56% N, 0.28%, 0.22% and 0.17% P, 0.96% , 0.83% and 0.65% K, 0.51%, 0.51% and 0.50% Ca, 0.51%, 0.51% and 0.50% Mg. In the spring, summer and fall were found to be 453.25, 449.88 and 287.93 ppm Fe, 17.68, 15.11 and 15.30 ppm Zn, 96.38, 76.67 ve 63.17 ppm Mn, 6.32, 5.29 ve 6.72 ppm Cu respectively. The highest and lowest values in shrubs were found as 2.70% in *Elaeagnus angustifolia* L, 0.53% in *Rosa domestica* L. for N; 0.41% in *Vitex agnus-castus* Spach., 0.11% in *Rhus coriaria* L. P; 1.66% in *Rosa domestica* L., 0.01% in *Berberis vulgaris* L. for K; 3.71% in

*Gypsophila sphaerocephala* Fenzl Ex Tchihat, 0.17% in *Vitex agnus-castus* L, for Ca; 1.19% in *Clematis viticella* L., 0.18% in *Globularia trichosantha* Fisch, Mey. for Mg; 907.40 ppm in *Cistus creticus* L. 158.39 ppm in *Rhus coriaria* L for Fe; 34.98 ppm in *Mahonia aquifolium* L., 9.79 ppm in *Sorbus domestica* for Zn; 201.50 ppm in *Rosa pulverulenta* L, 8.53 ppm in *Rosa canina* L. for Mn; 11.38 ppm in *Rosa canina* L, 1.60 ppm in *Globularia trichosantha* Fisch, for Cu. This information has been determined that the nutrient content of the species studied in the light varies according to the seasons but it is found to be relatively low in some species above the limit values that should be present in plants and in some species relatively low. However; when seasonally considered they can be used as supplementary forage for the nutritional needs of animals in the dry season.

**Keywords:** Shrub, season, leaf, macro, micro, nutrient

## Giriş

Hayvanların yemlenme davranışı, yem tüketimi, yemin sindirilebilirliği ve hayvansal ürüne dönüştürülmesi yem kalitesine bağlı olarak değişir (Van Soest, 1994). Pratikte her zaman mümkün olmamakla birlikte yem kalitesini ölçmenin en uygun yolu, hayvanlara yedirildikten sonra alınan verim değerleridir. Yem kalitesinin genellikle yemin kimyasal, fiziksel ve biyolojik değerlerinin ölçülerek bulunduğu, yoncanın kalite kontrolü için geliştirilen nispi yem değeri (RFV=100) metodunun bütün bitkiler için kullanılmakta olduğu (Ball ve ark., 1996), NYD'nin, bu değer altına düştükçe yem kalitesinin de düştüğü (Richardson, 2001) bildirilmiştir. Bir bitkinin besin açısından yeterli düzeyde olması, gerekli mineraller ve kısmen bunların mevcudiyetine bağlıdır (Kochian, 1991).

Bitkide yaprak oranının fazlalığı otun kalite ve lezzetliliğinin göstergesi olduğundan hayvanlar, yaprak oranı yüksek bitkileri tercih ederler. Yapraklar, saplara göre daha lezzetli olup, yaprak/sap oranı azaldıkça kalite düşmekte, sap oranının artmasına paralel olarak ham selüloz oranı da artmaktadır (Açıkgöz, 2001). Chacon ve Stobbs (1976)'a göre; hayvanların besleme değeri yüksek bitki ya da bitki kısımlarını otlamayı tercih ettiklerini, nitekim merada otlayan hayvanın yediği otun yaprak/sap oranının mera ortalamasından fazla, ölü bitki/canlı bitki ortalamasının ise daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Yaprak sayısının fazla olması yanında bitki bünyesindeki su ve protein oranının yüksek, mineral madde ve vitaminlerce zengin olduğu dönemde yem bitkilerinden sağlanan otun, hayvanlar tarafından sevilerek yendiği bildirilmektedir (Tekeli ve ark., 2003).

Ot kalitesini etkileyen faktörlerden birinin protein oranı olduğu, hızlı büyümeyle birlikte yapısal karbonhidratların hücrede depolanması (Lee ve Lee, 1989) ve yaprak/sap oranındaki azalmayla birlikte selüloz oranındaki artış ile ham protein oranı da azalmaktadır (Nesheim, 1990).

Maksimum ve kaliteli hayvansal ürün elde edilmesinde, çeşitli yem bitkilerinin ot kalitesinin yıl içindeki değişimi ile kimyasal içeriğinin ve diğer özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Gomide ve ark. (1969), bitkilerde gelişmenin ilk dönemlerinde yüksek olan ham protein oranının giderek azaldığını, ham selüloz oranının ise arttığını ifade etmişlerdir.

Ağaç ve çalı yaprakları, küçük çiftliklerde kuru sezonda yaşanan yem sıkıntısı ve beslenme yetersizliklerinin azaltılması potansiyeline sahip olup, ağaç yapraklarının keçi ve koyun besinlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Holecheck, 1984; Papachristou ve Nastis, 1996). Ağaç ve çalımsı bitkilerin otlatılması az veya hiç alternatif bulunmayan alanlarda hayvanların beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Meuret ve ark., 1990).

Ağaç ve çalı yaprakları, çayır otlarının kalitesi ve miktarı sınırlı olan kritik dönemlerde Türkiye'nin birçok yerinde küçükbaş hayvanlar için önemli bir yem kaynağı olmasına rağmen, ağaç ve çalı yapraklarının besleyici değeri hakkında çok az bilgi bulunmaktadır (Kamalak ve ark., 2004).

Hayvanların merada harcadığı zamanın dinlendirerek otlatmada %5, mevsimine uygun otlatmada ise %4 gibi sürelerini çalılar otlatmaya ayırdıkları (Koç ve Gökkuş, 1993), bu yüzden meralarda hayvanların çalı otlatma sürelerinin daha artırılması için gerek meradaki besin öğelerinin çeşitliliği ve yem kalitesinin artırılması açısından, gerek yemin kısıtlı olduğu zamanlarda zayıf meralarda çalıların belli idare sistemleri çerçevesinde bulundurulması giderek zorunlu hale gelmektedir. Bu nedenle, hayvan yemi olabilecek bitkilerin besin içeriklerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

## Materyal ve Metot

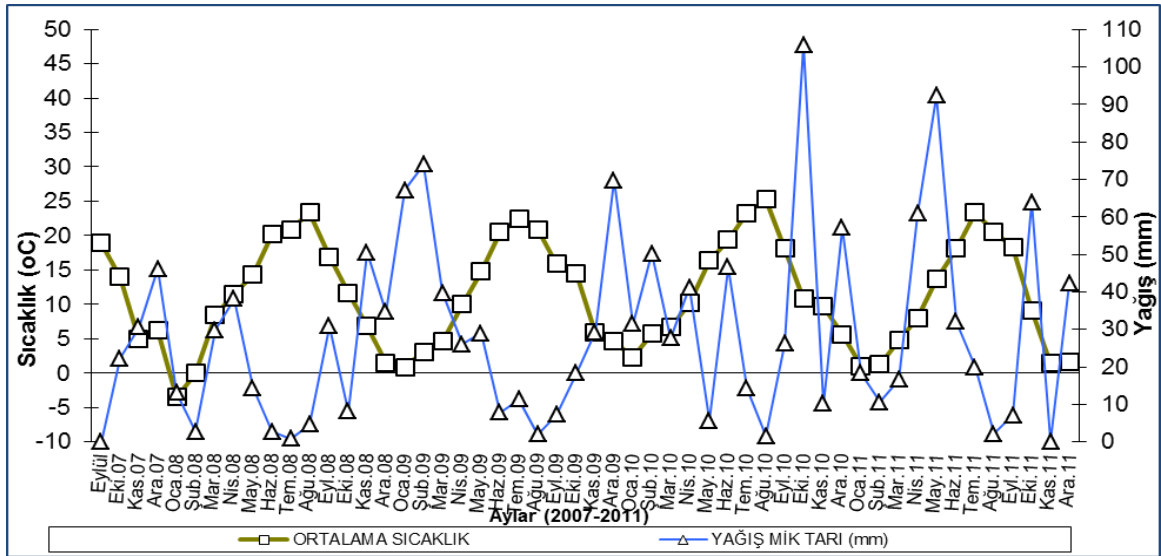
### Deneme Alanının İklim ve Toprak Verileri

Çalışmanın yapıldığı Eskişehir Merkez-Sögütönü deneme alanı toprak örneklerine ait analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının özellikleri

Derinlik (cm)	Doymuşluk (%) ve tekstür sınıfı	pH (Doğunlukta)	EC ( $\mu\text{S/m}$ )	Toplam tuz (%)	Kireç (%)	Organik madde (%)	Yararışlı	
							Fosfor ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ; kg/da)	Potasyum ( $\text{K}_2\text{O}$ ; kg/da)
0-30	55, CL	7.26	1.040	0.025	1.07	1.53	10.04	82.95
30-60	47, L	7.30	520	0.028	3.57	1.17	7.17	60.30

Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü 2007-2011 yılları arası iklim verileri.

Materyal, Afyonkarahisar, Bilecik, Burdur, Bolu, Denizli Eskişehir, Isparta, Uşak ve Kütahya illerinden 2007-2011 yıllarında toplanan 24 adet çalimsı bitkilerden *Berberis vulgaris* L. (Kadıntuzluğu, Karamuk), *Smilax excelsa* L. (Anadolu saparnası), *Gypsophila sphaerocephala* Fenzl Ex Tchihat, (Alçı otu), *Phillerea latifolia* L. (Geniş yapraklı akçakesme), *Jasminum fruticans* L. (Sarıçiçekli yasemin), *Salvia wiedemannii* Boiss, (Sultantacı), *Clematis viticella* L. (Ak asma), *Elaeagnus angustifolia* L. (Kuş iğdesi) *Cotoneaster horizontalis* Decne, (Yayılcı dağ muşmulası), *Rosa domestica* L. (Kırmızı gül), *Vitex agnus-castus* L. (Hayıt), *Rosa pulverulenta* M, Bieb, (Bodur gül), *Sorbus domestica* L. (Üvez), *Globularia trichosantha* Fisch, Mey (Köseayılımı, Küre çiçeği, Tüy çiçekli küre çiçeği), *Sorbus aria* Crantz (Ak üvez), *Pyracantha coccinea* Roemer (Kızıl

ateş dikeni), *Rhus coriaria* L. (Derici sumacı), *Mahonia aquifolium* L. (Sarı boya çalısı), *Colutea cilicia* Boiss, Et Bal, (Patlangaç), *Cistus creticus* L. (Karağan, Laden otu), *Paliurus spina-cristi* Mill. (Karaçalı), *Buxus sempervirens* L. (Şimşir, Adi şimşir), *Rosa canina* L. (Kuşburnu), *Gonocytisus angulatus* (L.) Spach. (Yağlı borcak), çalılarını Geçit Kuşluğu Tarımsal Araştırma Enstitüsü merkez arazisinde oluşturulan plantasyonda denemiştir. Çalılarının sezonluk yem takviyelerinin daha önemli olması nedeniyle örnekler ilkbahar, yaz ve sonbahar olmak üzere üç sezonda ayrı ayrı alınarak değerlendirilmeler bu veriler üzerinden yapılmıştır.

Örnekler her bir bitkiden ayrı ayrı elle toplanarak alınmış, yaprak örnekleri 60 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hesaplanmış, 1 mm çapında öğütülerek analize hazırlanmıştır. Farklı dönemlerde (ilkbahar, yaz ve sonbahar) toplanan bitki örneklerinde azot, fosfor potasyum, kalsiyum, magnezyum, bakır, mangan, demir ve çinko analizleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile yapılmıştır

## Bulgular ve Tartışma

İlkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde çalılarının makro ve mikro besin elementi içerikleri Çizelge 2'de verilmiş olup, buna göre; azot içeriklerinin ilkbahar, yaz ve sonbahar olarak sırasıyla ortalama %2.25, %1.56, %0.56, fosfor içeriklerinin sezonluk olarak ilkbahar, yaz ve sonbaharda sırasıyla ortalama; %0.28, %0.22 ve %0.17, potasyum içerikleri %0.96, 0.83 ve 0.65, kalsiyum içerikleri %1.1, 1.11 ve 0.18, magnezyum içerikleri %0.51, 0.51 ve 0.50 olarak belirlenirken, mikro elementlerden bakır ilkbahar, yaz ve sonbaharda sırasıyla ortalama 6.32, 5.29 ve 6.72 ppm, mangan 96.38, 76.67 ve 63.17 ppm, demir içerikleri 453.25, 449.88 ve 287.93 ppm ve çinko içerikleri ise 17.68, 15.11 ve 15.30 ppm olarak belirlenmiştir.

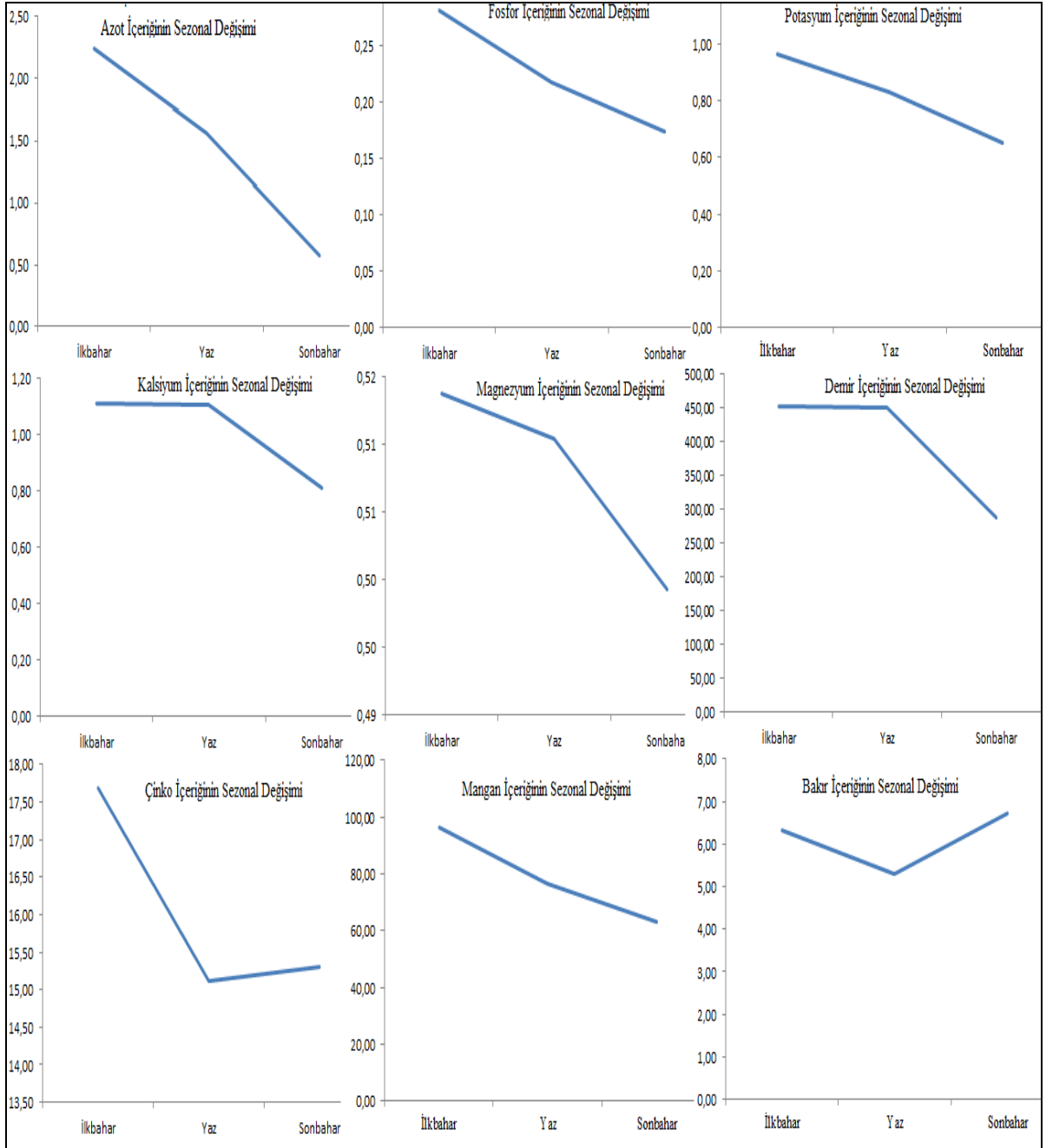
**Çizelge 2.** Bazı çalılarının ortalama yaprak besin elementi (ilkbahar, yaz, sonbahar) içerikleri

Besin elementi	İlkbahar			Yaz			Sonbahar		
	Min.	Maks.	Ortalama	Min.	Maks.	Ortalama	Min.	Maks.	Ortalama
N (%)	1.16	4.20	2.25±0.70	0.00	3.17	1,56±0.76	0.00	1.88	0.56±0.59
P (%)	0.06	0.52	0.28±0.11	0.07	0.38	0.22±0.08	0.04	0.30	0.17±0.08
K (%)	0.25	1.66	0.96±0.38	0.17	1.42	0.83±0.40	0.12	1.41	0.65±0.46
Ca (%)	0.14	5.39	1.11±1.32	0.11	4.69	1.11±1.19	0.10	3.75	0.81±1.07
Mg (%)	0.18	1.10	0.51±0.27	0.11	1.44	0.51±0.30	0.18	1.02	0.50±0.29
Fe (ppm)	125.80	1006.10	453.25±270.04	143.50	1175.40	449.88±302.95	102.10	708.10	287.93±147.03
Zn (ppm)	7.90	47.52	17.68±7.89	7.86	31.40	15.11±5.47	8.63	24.68	15.30±4.14
Mn (ppm)	25.40	377.70	96.38±81.75	11.40	175.70	76.67±46.59	13.40	244.20	63.17±61.57
Cu (ppm)	1.55	17.80	6.32±4.10	1.10	15.05	5.29±3.56	1.30	22.80	6.72±5.67

Çalılarının sezonluk (ilkbahar, yaz, sonbahar) yaprak makro-mikro besin elementi içerikleri Çizelge 3'de ve sezonluk (ilkbahar, yaz, sonbahar) değişimleri ise Şekil 2'de verilmiştir. Bitki dokularında değişik oranda mineral madde bulunduğu, bazılarının miktarının hayvanların gereksiniminin altında olduğu (Açıkgöz, 2001), bu nedenle otun organik madde kapsamı yanında mineral madde içeriğinin de bilinmesi oldukça önemli olduğu bildirilmiştir. Kurak sezonda yem olarak otlatılan ağaç ve çalı yaprakları ile meyveleri otlardan daha yüksek protein ve mineral içeriğine sahiptirler. Böylece bu dönemde hayvanlara değerli birer ek yem sağlarlar (Norton ve Poppi, 1995).

Birçok yazar tarafından bildirildiği üzere, bitki yapraklarının kimyasal içeriği, genetik, çevre, iklim koşulları, sulama, gübreleme ve toprak koşulları gibi birçok faktörden etkilenmiştir (Chetri ve ark., 1999; Bozkurt ve ark., 2001; Asiey ve ark., 2007). Dahası, yapraklardaki mineral içerikleri mevsimsel olarak da değişir (Marschner, 1995). Ağaç yapraklarının kimyasal bileşimleri farklı bölgelere göre değişir (Mandal, 1997).

Bitki beslenmesinde 16 adet mutlak besin elementi gerekli olup bunların dokuz tanesi makro besin elementleri (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S) iken 7 tanesi mikro besin elementleridir (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl). Mikro besin elementleri birincil ve ikincil metabolizmadan hücre savunmasına ve sinyal iletiminden gen regülasyonuna, enerji metabolizmasında ve hormon algısına kadar çok çeşitli metabolik süreçlere katılırlar. Eksiklikleri veya toksisitesi, bitkilerde ciddi hastalık semptomlarına, hatta tedavi edilmediği takdirde bitki tahribine yol açarak birçok insanı bitki temelli besin eksikliklerine veya metal zehirlenmelerine maruz bırakır. Vatansver ve ark. (2017), bitkiler tarafından eser miktarda gerekli olan 13 mineral elementi Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl, Na, Si, Ni, Se, Al ve Co olarak bildirmişlerdir.



**Şekil 2.** Deneme bitkilerinin sezonluk (ilkbahar, yaz, sonbahar) yaprak makro-mikro besin elementi içerikleri ve saezonal değişimi

**Çizelge 3.** Deneme bitkilerinin sezonluk (ilkbahar, yaz, sonbahar) yaprak makro-mikro besin elementi içeriklerine ait ortalamalar

Cins / Tür	Azot (%)	Fosfor (%)	Potasyum (%)	Kalsiyum (%)	Magnezyum (%)	Demir (ppm)	Çinko (ppm)	Mangan (ppm)	Bakır (ppm)
<i>B. vulgaris</i>	0.98±0.66	0.32±0.06	1.01±0.35	0.22±0.05	0.23±0.09	275.10±98.95	16.15±1.67	66.37±38.64	6.36±1.10
<i>S. excelsa</i>	1.32±1.22	0.23±0.01	1.20±0.27	0.28±0.03	0.28±0.03	513.60±226.84	16.88±2.11	105.10±1.13	4.20±0.99
<i>G.sphaerocephal</i>	1.52±0.89	0.14±0.09	0.96±0.37	3.71±2.33	0.47±0.25	367.23±291.15	11.40±2.77	42.10±24.45	2.82±0.81
<i>P. latifolia</i>	1.64±0.57	0.22±0.05	1.09±0.19	1.31±0.67	0.21±0.11	410.83±265.64	14.32±1.30	61.47±19.30	2.58±1.03
<i>J. fruticans</i>	1.40±0.69	0.23±0.06	0.92±0.63	0.51±0.48	0.66±0.17	292.47±31.26	13.15±3.32	45.37±21.47	8.02±3.59
<i>S.wiedemannii</i>	1.74±0.14	0.23±0.08	1.26±0.01	2.50±1.13	0.98±0.02	849.50±412.52	24.73±2.21	81.53±26.65	10.90±6.64
<i>C. viticella</i>	1.71±0.78	0.23±0.21	0.34±0.08	0.36±0.26	1.19±0.22	617.17±336.83	15.52±4.81	76.67±28.94	7.12±7.14
<i>E. angustifolia</i>	2.70±1.11	0.28±0.09	0.39±0.08	0.41±0.19	0.45±0.23	348.20±82.06	14.17±2.72	75.83±50.96	2.37±0.44
<i>C. horizontalis</i>	1.21±1.02	0.25±0.09	0.99±0.02	0.46±0.23	0.53±0.04	437.15±85.35	16.78±4.86	75.75±29.20	4.13±0.88
<i>R. domestica</i>	0.53±0.91	0.38±0.01	1.66±0.01	3.39±0.01	0.20±0.01	349.50±0.01	18.65 ±0.01	168.20±0.01	7.70±0.01
<i>V. agnus-castus</i>	0.98±1.69	0.41±0.01	1.41±0.01	0.17±0.01	1.04±0.01	184.20±0.01	26.64±0.01	34.30±0.01	5.85±0.01
<i>R. pulverulenta</i>	2.00±0.69	0.19±0.13	1.16±0.032	2.20±0.45	0.59±0.29	412.93±189.41	16.00±2.99	201.50±38.74	7.78±4.63
<i>S. domestica</i>	1.22±1.06	0.24±0.01	0.98±0.04	0.30±0.01	0.50±0.13	321.20±113.84	9.79±2.67	55.80±13.44	10.58±6.33
<i>G. trichosantha</i>	1.13±1.06	0.23±0.01	1.16±0.34	0.73±0.83	0.18±0.00	539.05±559.39	14.84±3.33	24.40±18.87	1.60±0.21
<i>S. aria</i>	1.32±1.15	0.26±0.18	1.31±0.16	1.85±0.08	0.29±0.07	441.10 ±2.81	11.45±2.90	63.70±26.87	4.10±1.70
<i>P. coccinea</i>	0.74±1.28	0.28±0.01	0.49±0.01	0.46±0.01	0.32±0.01	484.00±0.01	15.38±0.01	49.20±0.01	3.20±0.01
<i>R. coriaria</i>	1.86±0.24	0.11±0.10	0.93±0.05	0.21±0.09	0.37±0.05	158.39±6.56	12.39±4.44	20.67±6.86	5.45±1.61
<i>M. aquifolium.</i>	1.09±0.95	0.22±0.01	0.99±0.06	2.92±0.08	0.37±0.07	634.30±395.41	34.98±17.74	42.10±2.26	4.68±0.04
<i>C. cilicia</i>	2.01±1.19	0.20±0.01	0.52±0.18	0.34±0.10	0.43±0.18	179.48±47.00	11.49±4.66	71.53±59.55	1.98±0.62
<i>C. creticus</i>	1.08±0.95	0.21±0.07	0.80±0.18	2.29±0.01	0.53±0.02	907.40±282.84	15.27±1.63	56.15±13.22	6.68±1.17
<i>P. spina-cristi</i>	1.98±1.34	0.19±0.14	0.61±0.39	0.40±0.05	0.53±0.19	269.80±154.63	14.86±2.36	164.07±186.98	7.82±3.75
<i>B. sempervirens</i>	1.16±0.60	0.18±0.07	0.19±0.08	0.31±0.05	0.42±0.15	518.93±345.19	23.36±6.98	52.90±27.96	8.58±2.15
<i>R. canina</i>	1.24±0.37	0.30±0.19	0.24±0.02	0.45±0.14	0.72±0.09	274.23±31.15	17.11±0.89	8.53±13.29	11.38±9.90
<i>G. angulatus</i>	2.45±1.67	0.33±0.13	0.82±0.33	0.30±0.09	0.48±0.20	260.97±171.27	13.80±5.47	192.13±66.10	6.23±1.88

Besinlerin, hayvanların sindirim sisteminin sağlıklı işleyebilirliğinin sağlanması açısından kuru madde, lif içeriği, NDF, protein, enerji değeri ve mineral içeriklerinin bilinmesi gerektiği vurgulanmıştır (Lalman, 2017). Makro besin elementlerinden Ca ile P hayvan beslenmesinde dikkate alınması gereken mineraller olup, Zn'nun ise sığır ve koyun yemlerinde yetersiz olduğundan dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Preston, 2002).

Bitkilerde fotosentezde rol alan yaprakların uygun gelişimi, protein üretimi gibi bir çok fonksiyonların için gerekli olan azot, bitkilerde dokuların temel yapıtaşı olup, proteinlerin enzimlerin, organik ve amino grup asitlerin, nükleik asitlerin, klorofilin yapısında bulunur (Ergene, 1987; Cárdenas-Navarro ve ark., 2006; Andriolo ve ark., 2011). İncelenen çalimsı bitkilerde N oranı %0.53-2.70 arasında olup, ortalama %1.45 olarak belirlenirken, ilkbahardan yaza ve sonbahara doğru sezonlar değiştikçe oranında düştüğü görülmektedir. Maiti ve ark. (2016) Meksika'da 18 bitki ile yapmış oldukları çalışmada, bir ağaç türü olan *Moringa oleifera* Lam.'da azot içeriğinin en yüksek %6.25, en düşük ise *Agave macroculmis* Todaro'de %1.36 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Kuzeydoğu Meksika'da tıbbi bitki olarak kullanılan 37 yerli çalı ve ağaçların makro ve mikro mineral içeriklerinin belirlenmesi çalışmasında; makro (P, Mg, K, protein, C, N ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw), C / N içeriğinde büyük bir değişkenlik olduğu gözlemlenmiştir. Mikro besin elementlerinden (Cu, Fe, Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw), açısından yüksek besin içeriğine sahip türlerin seçimi için büyük bir fırsat sunduğu, iyi birer yem kaynağı olarak kullanılabilir yüksek makro ve mikro besin maddeleri içeren türlerin seçildiği, bu manada N içeriği olarak en yüksek oran *Gymnosperma glutinosum* (%5.89), *Lantana macropoda* (%4.43), *Acacia shaffneri* (%4.32), *Bernardia myricifolia* (%2.21), *Celtis pallida* (%4.12), *Eysenhardtia polystachya* (%4.06), *Cercidium macrum* (%4.01) olarak bildirmişlerdir.

Niinemets ve Kull (2003) Estonya da ormanlık alanlardaki ağaç, çayır otları ve çalılardan oluşan 25 yaygın odunsu tür olmak üzere 45 doğal tür ile yaptıkları çalışmada; bitki yapraklarında en düşük N içeriği %0.99 ile *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel en yüksek N içeriği ise %3.09 ile *Betula pubescens* Ehrh'den elde edildiğini belirlenmiştir. He ve ark. (2014)'nin Çin'de 54 çöl bitkisinin yaprak N ve P seviyelerinin belirlenmesi çalışmasında; Azot (N) ve fosfor (P) mevcudiyeti, topluluk yapısını (Sardans ve ark., 2012., Mulder ve Elser, 2009) tür çeşitliliğini (Roem ve Berendse 2000; Güsewell ve ark., 2005; Sasaki ve ark., 2010) ve gübre verilmesi ve verimliliği gibi diğer ekosistem işlevleri (Yu ve ark., 2010) tarafından etkilenmekte olduğunu, azot ve fosfor gibi iki ögenin yaprak dokusu içindeki oranı, azot ve fosforun birbiri ile oranı gibi bir sistem veya her ikisinin mevcudiyeti ile sınırlı olduğu (Koerselman ve Meuleman, 1996) bildirilmiştir. Azot ve fosforun ekolojik stokiometrisi ile ilgili çalışmaların Zheng ve Shangguan, 2007; Han ve ark., 2005; He ve ark., 2008; McGroddy ve ark., 2004; Elser ve ark., 2000; Reich ve Oleksyn, 2004) tarafından gerçekleştirildiği, Bitki N ve P seviyeleri, habitatlar (Schlesinger ve Pilmanis, 1998) büyüme evreleri (James ve ark., 2005) ve bitki fonksiyonel grupları (Roem ve Berendse, 2000) gibi çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerden etkilenebildiğinden, bu çalışmada elde edilen N içeriklerinin 1.13 ve 10.9 mg g<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Güney Avustralya'nın kurak bölgesinde yüksek tuz içeriklerine sahip alanlarda yetişebilen 41 adet halofit bitkilerin yapraklarında azot, sodyum ve potasyum içeriklerinin incelendiği çalışmada; N içeriğinin en düşük *Hakea ulicina* R. Br. %0.34, en yüksek ise; *Kochia brevis folia* R. Br. %2.97 olarak belirlemiştir (Lange, 1967). ABD'de düşük verimli bir çöl bitkisi topluluğu (*Acacia Gregii*, *Brickellia incana*, *Cassia armata*, *Ephedra nevadensis*, *Eriogonum fasciculatum*, *Franseria dumosa*, *Hymenoclea salsola*, *Krameria grayi*, *Krameria parvifolia*, *Larrea divaricata*, *Opuntia echinocarpa*, *Salazaria mexicana*, *Thamnosma montana*) çalılardan yaprak sap ve köklerinde % N içeriklerini belirledikleri çalışmalarında; yapraklarda ortalama N içeriğinin %1.3, saplarda %0.9 ve köklerde ise %0.8 olarak bildirmişlerdir (McKell, 1969).

Bitkilerde fosfor fotosentez ve metabolik olaylarda enerjinin aktarımı ve stoklanması gereken durumlarda, generatif gelişmede, kuru madde oluşumu ve depolanmasında rol oynamaktadır (Lambers ve ark., 2003; Geçer ve Yılmaz, 2011). Fosforun çalı bitkilerinde %0.06-0.52 arasında (ort. %0.28) olduğu, ilkbahardan yaz ve sonbahara doğru sezon ilerledikçe azaldığı belirlenmiştir. Bünyelerinde yeterli fosforun bulunmadığı dönemde biçilen otlarla beslenen hayvanlarda kemiklerin gelişimi durabildiği veya kemik yapısı bozulabildiği bildirilmiştir (Frame ve ark., 1998). Bitkiler gelişmelerinin %25'ini tamamladıklarında, mevsim boyunca alınan toplam fosforun yaklaşık %75'ini absorbe ettiği, sıcaklığı düşük olan topraklarda yetiştirilen farklı bitki türlerinin fosfordan yararlanmaları farklı olup sıcaklık artışı ile bitkinin kökünden toprak üstüne fosfor taşınmasının arttığı (Kacar ve ark., 1997) bildirilmiştir. Ruminantların vücut metabolizmaları ve rumen mikroorganizmalarının sağlığı açısından fosforun önemli olduğunu ifade eden Miller ve Reetz (1995), kalsiyum ve fosfor oranları arasında sıkı bir ilişki olduğunu ve bu oranının 2/1 veya 1/1 olması gerektiğini vurgulamaktadır. Ozkan ve ark. (2016), meşe ağacı yapraklarının besin elementi içerikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, *Quercus cerris* ve *Quercus branti*'de fosfor içeriğinin %0.306 ile 0.338 arasında değiştiğini ve *Quercus branti* de en yüksek ve *Quercus coccifera* da en düşük seviyede olduğunu bildirmişlerdir.

Potasyum bitkinin ozmotik basıncının düzenlenmesinde, metabolitlerin ve minerallerin taşınmasında, protein sentezi, stoma ayarlanması ve hücre bölünmesinde etkilidir (Marschner, 1995). Çalılarda ise ilkbaharda yüksek, yaz ve sonbahar sezonlarında düştüğü, sınır değerlerin %1-9 arasında olduğu belirlenmiştir. Bünyesinde fazla miktarda potasyum bulunan yemlerle beslenen hayvanların kanında K+Na / Ca+Mg oranının bozulması sonucunda "Mera Tetanozu" hastalığı olduğu bildirilmiştir (Bakır, 1985). Meşe yapraklarındaki potasyum içeriğinin %1.09 ile 1.19 arasında; düşük değer *Quercus cerris* ve yüksek değer ise *Quercus libani* de olduğu bildirilmiştir (Ozkan ve ark., 2016).

Kalsiyumun hücre bölünmesi ve iyon alımı gibi birçok metabolik olayda görev yaptığı, buna ilaveten kuraklık dahil bütün stress şartlarında kalsiyuma bağlı proteinler olan kalmodülinlerin yapısında bulunmakta ve stres şartlarında stres proteinleri için sinyal görevi yaptığı, stres ortamında azaldığı, ancak bu azalışın diğer mineraller kadar olmadığı bildirilmektedir (Epstein, 1972; Bothwell ve ark., 2005). Bu elementin ilkbahar ve yazın sınır değerler olan (%0.2-3.0) üstünde sonbahar da ise belirgin bir oranda düştüğü belirlenmiştir. Meşe yapraklarının besin elementi içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada, kalsiyum içeriğinin %8.32-8.67 arasında değiştiği, *Quercus branti*'nin en az, *Quercus cerris*'in ise en yüksek Ca içerdiği belirlenmiştir (Ozkan ve ark., 2016). Ezeagu ve ark. (2013), Nijerya'da 21 baklagil ağaç ve çalısı üzerinde yaptıkları bir çalışmada; mineral elementler açısından geniş bir varyasyon görüldüğünü, Ca içeriğinin kuru maddede %0.407 ile %4.438 arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Magnezyum fotosentetik enerjinin depolanması, protein sentezi, nükleotid oluşumu, birçok organik bileşiklerin hidrolizi gibi metabolik olaylarda etkilidir (Marschner, 1995; Jezek ve ark., 2014). Sınır değerlerin ise %0.15-1.0 arasında olduğu, buna göre ilkbahar ve yazın değiştiği, değişimin sınır değerler içerisinde sonbahara doğru düştüğü, ancak bu değişimin önemli olmadığı görülmüştür. Vardar (1983), bitkilerin aktif büyüme dönemindeki potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranının yüksek olduğunu, Mayland ve ark. (1992) da bitki bünyesindeki mineral maddelerin büyüme başlangıcında en yüksek oranda bulunduğunu belirtmişlerdir. *Quercus cerris*, *Quercus branti*, *Quercus coccifera* ve *Quercus libani* türlerinin magnezyum içeriğinin kuru maddede %0.234 ile %0.254 arasında değiştiği, en düşük değer *Quercus coccifera*'da, en yüksek değer ise *Quercus branti* de olduğu bildirilmiştir (Ozkan ve ark., 2016).



Demir bitkide kuru madde üretimi için hayati olup, klorofili meydana getiren esas maddedir. Klorofillerde oluşan fotosentez ve buna bağlı enzimatik reaksiyonlarda görev almakta olup, dolayısıyla bitkinin genç kısımlarının gelişimi, kuru madde üretimi demir miktarı ile yakından ilişkilidir (Jones ve ark., 1991; Marschner, 1995; Kaya ve Higgs, 2002). Sınır değerleri ise 10-1000 ppm olup, çalılarda sezonluk değişimin ilkbahardan sonbahara doğru önemli bir oranda azaldığı belirlenmiştir. Meşe yapraklarının besin elementi içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, *Quercus cerris*, *Quercus branti*, *Quercus coccifera* ve *Quercus libani* türlerinin demir içeriği bakımından 264.7 ile 291.3 mg/kg kuru madde arasında değiştiği, en düşük *Quercus libani*'de, en yüksek ise *Quercus branti*'de bulunduğu belirlenmiştir (Ozkan ve ark., 2016). Ezeagu ve ark. (2013) Nijerya'da 21 baklagil ağaç ve çalısı ile yaptıkları bir çalışmada, Fe içeriğinin 10.24 ile 30.01 ppm arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Yüksek pH'lı topraklarda zor alınan Zn, bitkilerde değişik metabolik olaylarda ve enzimlerin yapısında yer alır, karbonhidrat sentezi, membran stabilitesi, fotosentez ve solunum olayları ile protein sentezinde rol oynar (Marschner, 1995; Rout ve Das, 2003; El-Ghamery ve ark., 2003). Sınır değerlerinin 10-300 ppm arasında olduğu, çinko içeriklerinin ilkbaharda fazla yaz ve sonbaharda ise birbirine eşit olduğu, ancak içeriğin sınır değerlerin oldukça altında olduğu belirlenmiştir. Özellikle çinko bitkinin gelişimi ve lezzetliliği açısından çok önemli rol üstlenmiş olup, olağanüstü bir mikro besin elementi olması ve tüm enzim sınıflarında eser miktarda dahi olsa bulunan bir iz elementtir (Broadley ve ark., 2007). Meşe yapraklarının besin elementi içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, *Quercus cerris*, *Quercus branti*, *Quercus coccifera* ve *Quercus libani* gibi türlerde çinko içeriğinin 32.5 ile 41.1 ppm arasında değiştiği, meşe yaprakları arasında Zn içerikleri bakımından belirgin bir farklılık olduğu, tüm meşe türlerinin koyun ve kuzu yetiştiriciliğini desteklemek için önemli miktarda makro ve mikro mineraller ihtiva ettiği bildirilmiştir (Ozkan ve ark., 2016). Ezeagu ve ark. (2013), ağaç ve çalılar ile yaptıkları bir çalışmada, Zn içeriklerinin 9.9-67.2 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Mangan belirli bir konsantrasyonda bitki gelişimi için önemli olup, sınır değerlerin 5-15 ppm arasında olduğu, oransal olarak minimum değerlerin her üç sezonda da düşük olduğu, ancak maksimum değerlerin 15 ppm ve üzerinde olduğu belirlenmiş, sonbaharda ise oldukça yüksek oranda tespit edilmiştir. İz element olan mangan fotosentez, solunum, enzim aktivasyonunda ve antioksidatif metabolizmada rol oynamaktadır (Marschner, 1995; Gür ve ark., 2004; Paschke ve ark., 2005). Sınır değerlerin 70-1200 ppm olarak belirlendiği, buna göre çalılarda değişimin ilkbahardan sonbahara doğru belirginleştiği görülmüştür. Ezeagu ve ark. (2013) Nijerya'da 21 baklagil ağaç ve çalısı ile yaptıkları bir çalışmada; Mn içeriğinin en düşük *Acacia nilotica* da, en yüksek ise *Tamarindus indica* da 202-592 ppm olduğunu belirtmişlerdir.

Bakır, bitki gelişiminde belirli bir konsantrasyonda oldukça yararlı olup, belirli enzimlerin yapısına girerek protein sentezinde rol aldığı, yine belirli hormonlar için sinyal görevi yapan Cu'nun fotosentezde, mitokondriyal solunumda rol oynadığı bildirilmiştir (Marschner, 1995; Wang ve ark., 2004). Nijerya'da 21 baklagil ağaç ve çalısı ile yapılan bir çalışmada Cu içeriğinin 6.6 ile 20.7 ppm arasında olduğu vurgulanmıştır (Ezeagu ve ark., 2013).

Küresel ısınma ile birlikte ekolojik değişime bağlı olarak çayır ve meraların da karakteristiklerinin değişmeye başladığı, çalimsı özelliğe sahip bitkilerin doğada hâkimiyetlerinin arttığı da bildirilmekte, özellikle bu ortamda yaşama şansı güçlü olan çalimsı bitkiler, ağaç dal ve yapraklarının yem olarak değerlendirilebileceği bildirilmektedir (Kutlu ve Özen, 2009).

Canlıların yaşayabilmesi bakımından gerekli olan elementlere esansiyel elementler denilmektedir. Esansiyel olarak yaklaşık 50 adet element olduğu, minerallerin vücuttaki oranının yaklaşık %3-5 olduğu bildirilmiştir. Bu mineraller, hayvan vücudundaki yoğunluklarına göre makro ve mikro elementler olarak iki gruba ayrılırlar. Bir kilogram yağsız vücut ağırlığında 50 mg'dan daha büyük miktarlarda bulunan esansiyel minerallere makro elementler, daha az olanlara ise mikro elementler denilmektedir. Mikro elementler canlı vücudunda kan yapımına, hormonların yapısına, vitamin sentezine, enzimlerin oluşumunda yer alırlar. Dayanıklılık sisteminin bütünlüğünde ve üreme sisteminin düzenlenmesinde de görevlidirler. Üreme açısından en önemli olanlar selenyum, bakır, çinko, iyot, manganez ve kobalt olarak bildirilmiştir (Küçükaslan, 2011; Smith, 2011).

Makro ve mikro elementler olarak sınıflandırılan çok sayıda inorganik elementin insan ve hayvan beslenmesi ve büyümesindeki önemi günümüzde kabul görmektedir (Altıntaş ve ark., 1990). İz elementler, yaşamın devam ettirilmesinin yanında büyüme, gelişme ve üretim faaliyetleri ile canlının diğer hayati fonksiyonlarını yerine getirmede önemlidir. Vücut için gerekli olan iz elementlerin kandaki miktarları kritik düzeyin altına düştüğünde hastalıklara özgü klinik semptomlar ortaya çıkmaya başladığı bildirilmiştir (Okatan ve ark., 2008; İmren ve Şahal, 1991; Gül, 2012).

Makro ve mikro elementlerin hayvan vücudundaki görevleri incelendiğinde; üreme dahil olmak üzere hayvanlardaki tüm fizyolojik süreçler için önemli olduğu bildirilmiştir (Elrod ve Butler, 1993). Mineral yetersizlikleri ve dengesizlikler, çoğu kez zayıf üremenin nedenleri olarak gösterilmektedir. Yeterli miktarda mineralin sağlanması gerektiği, ancak eksikliğin zararlı olduğu gibi fazlalığının da zararlı olduğu bildirilmektedir (Schweigert ve Zucker, 1988).

Makro ve mikro elementlerin sağlık, büyüme, üretim ve yeniden üreme için gerekli olduğu, bağışıklık sisteminin birçok bileşeninin işleyişi için gerekli olduğu, böylece, uygun sağlık ve bağışıklığın korunmasına katkıda bulunduğu, birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreçte yer alan bir dizi enzimin ve proteinin işleyişi için önemli olduğu bildirilmiştir (Hilal ve ark., 2016).

Vitamin sentezi, hormon üretimi, enzim aktivitesi, kolajen oluşumu, doku sentezi, oksijen nakli, enerji üretimi ve büyüme, üreme ve sağlıkla ilgili diğer fizyolojik süreçler için iz minerallerinin gerekli olduğu, iz minerallerinin gerekliliği, genellikle hayvanın istenen üretim performansı parametrelerini muhafaza ettiği bildirilmiştir (Paterson ve ark., 2018).

Süt tipi koyunların gerek gebelik gerekse laktasyon dönemindeki beslenmelerinde makro ve mikro elementlerin büyük önemini olduğu, koyunların beslenmesinde yaklaşık 15 değişik mineral maddeye gereksinim duyulduğu, bunlardan Ca, P, Mg, K, Na, Cl ve S en önemli makro elementler, Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Se, Fl ve I ise en önemli mikro elementlerdir. Makro elementler yanı sıra yemlerde düşük düzeylerde olmasına karşın organizmadaki fonksiyonları son derece önemli olan iz element gereksinimlerinin de karşılanması büyük önem taşıdığı bildirilmektedir (Alççek ve Yurtman, 2009).

Karbon, hidrojen, oksijen ve azot gibi organik elementler hayvan vücudunun %96'sını oluştururlar. Katyon ve anyonların payı %3.5 olup geri kalan bölümü diğer mineralleri kapsar. Kalsiyumun toplam mineraller içindeki payı %49 olup bu değer fosfor için %27'dir. Geriye kalan %24 ise öteki minerallere aittir (ASC Tarım, 2018).

Enerji, protein, vitaminler ve mikro ve makro-minerallerin yetersiz alımı tüm suboptimal reproduktif performans ile ilişkilendirilmiştir (Puls, 1994; Randal, 1990). İz elementler, canlı organizmada düşük miktarda bulunmaktadır. Buna rağmen birçok enzim aktivitesi, hücre osmotik basıncının düzenlenmesi, kollojen oluşumu, doku sentezi, hormon

üretimi ve büyüme gibi önemli fizyolojik olayların gerçekleşmesi için gerekli olduğu bildirilmektedir (Eren ve ark., 2011; Paksoy ve ark., 2013).

Hayvanlarda makro ve mikro elementlerin eksikliği veya fazlalığının yol açtığı hastalıklar büyük önem taşımaktadır (Durmuş, 1996). Bir veya bir kaç elementin eksik ya da fazla alınması normal işlevleri bozduğu gibi elementler arasındaki oranların bozulması da organizmada fizyolojik değişikliklere neden olabildiği vurgulanmıştır (Adkins ve ark., 1997; Çamaş ve ark., 1994; Erkal, 1984; Ersol ve Bayşu, 1986; Nockels ve ark., 1993).

Bu elementlerin özel işlevleri ayrı ayrı incelendiğinde sırasıyla; fosforun düşük doğurganlık oranı, beslenme, süt üretimi, yumurtalık aktivitesinde azalma, düzensiz östrus siklusları, kistik yumurtalıklarda artma, gecikmiş cinsel olgunluk ve düşük doğum oranlarının fosfor alımının düşük olduğu durumlarda görülen noksanlıklar olarak bildirilmiştir (Cromwell, 1997). Potasyumun yüksek düzeydeki potasyumlu besinlerle beslenmenin sonucunda ergenliğin başlangıcını geciktirebileceğini, yumurtlamayı geciktirebileceği, korpus luteumun gelişimini azaltabileceğini ve düvelerdeki anestrous insidansını artırabileceğini ileri sürülmektedir (Smith ve Chase, 2010). Kalsiyumun işlevlerinden birisi kas kasılmasına izin vermesi olup, düşük kalsiyum konsantrasyonlarının ayrıca insülin üretimini de önlemekte olduğu bildirilmiştir. Sonuçta süt verimi azalıp, doğurganlık durumunun zarar gördüğü vurgulanmıştır (Goff, 1999). Magnezyumun ise; Paterson (2004)'e göre; sütçü düvelerle yapılan çalışmalarda bakır magnezyum ilavesinin uterus enfeksiyonlarını, embriyonik ölümleri ve endometrial yaralanmaları azalttığı postpartum involusyonu ve gebe kornudaki tonusu arttırdığını bildirmiştir. Manganın birçok enzim sisteminin aktivasyonunda görevli olduğu, kolesterol sentezi açısından önemli olup, kemiklerin gelişiminde de etkili olduğu için eksikliğinde yavrularda kemik deformasyonları görüldüğü bildirilmiştir (Leonhard-Marek, 2000; Hostetler ve ark., 2003; Spitzer, 1986; Ergün ve ark., 1998; Hidiroglou, 1979; Spain ve ark., 1997; Socha ve ark., 2014). Bakırın ise; vücutta konnektif dokuların, kan ve enzim sistemlerinin bir elemanı olarak görev yaptığı bildirilmiştir (Hutjens, 2004; Spitzer, 1986). Bakırın dışarıdan alınmak zorunda olduğu ve eksikliği bakırca fakir olan arazilerde yetiştirilen yemlerden kaynaklandığı vurgulanmıştır. Bu element beyin, böbrek, kalp, kıl ve yapağıda yüksek konsantrasyonlarda bulunmakta olup, demirle yakın ilişkisinin olduğu, demirin hemoglobine dönüşmesinde, akyuvarların oluşmasında ve aktivitelere görevli olduğu bildirilmiştir (Ergün ve ark., 1998). Çinkonun hücre bölünmesi, gen ekspresyonunun çeşitli aşamalarında görevli olduğu (Leonhard-Marek, 2000), çinkonun hayvanlarda normal büyüme ve sağlık açısından çok önemli bir element olduğu ve noksanlığında çeşitli malformasyonlara ve seksüel fonksiyonlarda azalmalara yol açtığı bilinmektedir. Aynı zamanda diyetlere ilave edilen çinkonun reproduktif performans üzerine olumlu etkisinin olduğu da bilinmektedir (Hostetler ve ark., 2003; Ergün ve ark., 1998; Hidiroglou, 1979). Eksikliğinde gelişme geriliği, anorexia, parakeratozis, hipogonadizm, düşük doğum ağırlığı, fetal deformasyonun görüldüğü bildirilmiştir (Paterson, 2004; Hostetler ve ark., 2003; Melendez, 2004; Socha ve ark., 2004). Eksikliğinde embriyoda rezorbsiyon ve konjenital bozukluklara neden olduğu, uterus kaslarındaki eksikliği östrojen yoğunluğunu etkileyerek doğumun gecikmesine neden olduğu vurgulanmıştır (Leonhard-Marek, 2000). Demir yetersizliğinde ise, hemoglobin konsantrasyonunun düşmesine bağlı olarak dokularda oksijen azalacağından, pek çok sistemin olumsuz yönde etkilendiği, bu bağlamda anemi ve buna bağlı olarak oluşan kan değişikliklerinin yanı sıra canlı ağırlık kazancında azalma, ilgisizlik, iştah kaybı, enfeksiyonlara karşı duyarlılık gibi belirtiler ortaya çıktığı bildirilmiştir (Anonim, 2018).

## Sonuç

Derin kök sistemleri, bitki boyları, uzun süre yeşil kalabilmeleri ve yönetimleri gibi birçok özellik itibarı ile ağaçlarla otsu bitkiler arasında olan çalimsı bitkiler, ilkbaharda vejetasyon veriminin en yüksek olduğu zamanlarda verim ve besin içerikleri açısından hayvan beslenmesinde en az diğer bitkiler kadar faydalanılabilecek yapıdadırlar. Vejetasyon ilerledikçe kuruyan otsu bitkilerin yerini rahatlıkla alabileceği ve otlatma süresini uzatabilecek ilave yemler olabilecekleri, makro ve mikro besin elementi içerikleri açısından ümit var oldukları belirlenmiştir.

## Kaynakça

- Açıkgöz, E. (2001). Yem Bitkileri. (III. Baskı ) Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakıf Yayın No: 182. VİPAŞ AŞ. Yayın No: 58. Bursa.
- Adkins, Y., Zinker, S. C., Lepine, A., Lonnerdal, B. (1997). Changes in nutrient and protein composition of cat milk during lactation. *Am. J. Vet. Res*, 58, 4, 370-375.
- Alçıçek A., Yurtman, A. Y. (2009). Entansif Koyunculukta Besleme. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2009, Cilt 23, Sayı 2, 1-13.
- Altıntaş, A., Uysal, H., Yıldız, S., Goncagül, T. (1990). Akkaraman ve melezlerinde serum ve yapağı örneklerinde karşılaştırmalı mineral durumu. *Lalahan Hayv. Araş. Derg*, 30, 1-4, 40-57.
- Andriolo, J., Erpen, L., Cardoso, F., Cocco, C., Casagrande, G. S., Janisch, D. I. (2011). Nitrogen levels in the cultivation of strawberries in soilless culture. *Horticultura Brasileira*, 29: 516-519.
- ASC Tarım, (2018). [http://www.asctarim.com.tr/tr/bilgi/bankasi/Mineraller ve Onemi](http://www.asctarim.com.tr/tr/bilgi/bankasi/Mineraller_ve_Onemi). Erişim Tarihi: 21.04.2018.
- Asiey, R., Pal, R. K., Sagar, V. R., Pate, V. B. (2007). Impact of tree age and canopy position on fruit quality of Guava, I. International Guava Symp. *Acta Horticulturea*.735: 259-262.
- Bakır, O. (1985). Çayır ve Mera Islahı. "Prensip ve Uygulamalar". Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 947, Ders Kitabı No: 272, s: 88-90, Ankara.
- Ball, D. M., Hoveland, C. S., Lacefield, G. D. (1996). Forage quality in Southern Forages. *Publ. By the Williams Printing Company*, 124-132.
- Bothwell, J. H. F., Ng, C, K. Y. (2005). The evolution of Ca<sup>2+</sup> signalling in photosynthetic eukaryotes. *New Phytol*. 166, 21–38.
- Bozkurt, M. A., Yarılgac, T., Cimrin, K, M. (2001). Determination of nutrition status in various fruit trees. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi. J. Agri. Sci.*, 11(1):39- 45.
- Broadley, M. R., White, P. J., Hammond, J. P., Zelko, I., Lux, A. (2007). Zinc in plants. *New Phytologist*. Volume 173, Issue 4 March 2007 Pages 677–702.
- Cárdenas-Navarro, R., López-Pérez, L., Lobit, P., Ruiz-Corro, R., Castellanos-Morales, V. C. (2006). Effects of Nitrogen Source on Growth and Development of Strawberry Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1699-1707.
- Chacon, E. A., Stobbs, T. H. (1976). Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 27: 709-727.
- Chetri, K., Sanyal, D. Kar, L. (1999). Changes in nutrient element composition of guava leaves in relation to season, cultivar, direction of shoot and zone of leaf sampling. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 30(1-2):121-128.
- Cromwell, G. L. (1997). Handbook of copper compounds and applications. 1997, pp 177-202.
- Çamaş, H., Bildik, A., Gülser, F. (1994). Toprak, bitki ve koyunların kanında bazı iz elementlerle (Cu, Mo, Zn, Co, Mn) Sülfat (SO<sub>4</sub>) miktarlarının araştırılması. *Van. Pro. no: VHAG-966*.
- Durmuş, İ. (1996). Konya hayvancılık merkez araştırma enstitüsündeki yerli ve melez koyun ırklarında kanda vitamin A, vitamin C, bakır, aspartat amino transferaz'ın mevsimsel değişimleri. *Doktora tezi. Konya*.
- El-Ghamery, A. A., El-Kholy, M. A., ElYousser, A. (2003). Evaluation of cytological effects of Zn<sup>+2</sup> in relation to germination and root growth of *Nigella sativa* L. and *Triticum aestivum* L., *Mutation Research*, 537: 29-41.
- Elrod, C. C., Butler, W. R. (1993). Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein, *Journal of Animal Science*, 1993, 71, 694-701.
- Elser, J. J., Fagan, W. F., Denno, R. F., Dobberfuhr, D. R., Folarin, A., Huberty, A., Interlandi, S., Kilham, S. S., McCauley, E., Schulz, K. L., Siemann, E. H., Sterner, R. W. (2000). Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs. *Nature* 408, 578–580.
- Epstein, E. (1972). *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. (New York: John Wiley & Sons).

- Eren, V., Atay, O., Özdal Gökdağ, Ö. (2011). Organik bakır ve çinko'nun tokluklarda canlı ağırlık ile bu minerallerin serum ve yapağıdaki düzeyleri üzerine etkisi. Kafkas Üniv. Vet Fak Derg, 17, 95-99.
- Ergene, A. (1987). Toprak Biliminin Esasları. 370 S. Atatürk Üniv. Yay. No: 635., Erzurum.
- Ergün, A., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ. (1998). İz Elementler. Hayvan Besleme I. A Ergün (editör) s. 133-145. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Erkal, N. (1984). Samsun Yöresi sığırlarının kan serumunda bakır ve çinko düzeyleri üzerine araştırmalar. Doğa Bil Derg, 8,2, 101-115.
- Ersol, E., Bayşu, N. (1986). Biyokimya. Ank Üniv Vet Fak Yayınlar, no 408, 616-619. Ankara.
- Ezeagu, I. E., Akinsoyinu, A. O., Tarawali, G. (2013). Nutritional factors in some fodder legume trees and shrubs. Nigerian J. Animal Sci. 2003. Vol. 15: 191-198.
- Frame, J., Charlton, J. F. L., Laidlaw, A. S. (1998). Red Clover, in Frame, J., Charlton, J. F. L., Laidlaw, A. S. (eds.): Temperate Forage Legumes. CAB International Wallingford Oxon OX10 8DE,UK.
- Geçer, M. K., Yılmaz, H. (2011). Van ekolojik koşullarında üretilen çilek fidelerinin meyve verim özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der., 1(2): 15-22.
- Goff, J. P. (1999). Dry cow nutrition and metabolic disease in parturient cows. Proceeding Western Canadian Dairy Seminar Red Deer, 1999.
- Gomide, J. A., Noller, C. H., Mott, C. O., Conrat, J. H., Hill, D. L. (1969). Mineral composition of six tropical grasses influenced by plant age nitrogen fertilization. Agron. J. 61. 120-123.
- Gül, Y. (2012). Geviş getiren hayvanların iç hastalıkları (Sığır, Koyun, Keçi) 3. Baskı, Malatya: Medipres, p.1-630.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., Çobanoğlu, D. (2004). Ağır metal iyonlarının ( $Cu^{+2}$ ,  $Pb^{+2}$ ,  $Hg^{+2}$ ,  $Cd^{+2}$ ) Clivia sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi, 16(2), 177-182.
- Güswell, S., Bailey, K. M., Roem, W. J., Bedford, B. L. (2005). Nutrient limitation and botanical diversity in wetlands: Can fertilisation raise species richness Oikos 109, 71–80.
- Han, W., Fang, J., Guo, D., Zhang, Y. (2005). Leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry across 753 terrestrial plant species in China. New phytol. 168, 377–385.
- He, J. S., Wang, L., Flynn, D. F. B., Wang, X., Ma, W., Fang J. (2008). Leaf nitrogen: phosphorus stoichiometry across Chinese grassland biomes. Oecologia 155, 301–310.
- He, M., Dijkstra, F. A., Zhang, K., Li, X., Tan, H., Gao, Y., Li, G. (2014). Leaf nitrogen and phosphorus of temperate desert plants in response to climate and soil nutrient availability. Scientific Reports volume 4, Article number: 6932.
- Hidiroglou, M. (1979). Trace element deficiencies and fertility in ruminants. J Dairy Sci. 62: 1195-1206.
- Hilal, E., Y., Elkhairy, M. A. E., Osman, A. O. A. (2016). The Role of Zinc, Manganese and Copper in Rumen Metabolism and Immune. OJAS Vol.6 No.4, October 2016
- Holecheck, J. L. (1984). Comparative contribution of grasses, forbs, and shrubs to the nutrition range ungulates. Rangelands. 6:261-263.
- Hostetler, C. E., Kincaid, R. L., Mirando, M. A. (2003). The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. Vet J. 166: 125-139.
- Hutjens, M. F. (2004). Importance of trace minerals in dairy heifer, dry cow, and lactating cow rations. Erişim: <http://www.traill.uiuc.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?Type=currentTopic&ContentID=551> Erişim tarihi: 22.11.2004.
- İmren, H. Y., Şahal, M. (1991). Veteriner İç Hastalıkları (Birinci baskı), Medisan, Ankara, 289-304.
- James, J. J., Tiller, R. L., Richards, J. H. (2005). Multiple resources limit plant growth and function in a saline-alkaline desert community. J. Ecol. 93, 113–126.
- Jezek, M., Geilfus, C. M., Bayer, A., Mühling, K. H. (2014). Photosynthetic capacity, nutrient status, and growth of maize (*Zea mays* L.) upon  $MgSO_4$  leaf-application. Front. Plant Sci., 5: 781.
- Jones, J. B., Jr, Wolf, B., Mills, H. A. (1991). Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide, Micro-Macro Publishing, Athens, GA.
- Kacar, B., Katkat, A. V. (1997). Tarımda Fosfor. Bursa Ticaret Borsası Yay. No: 5, Uludağ Üniv. Basımevi, Bursa.
- Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, O., Ozkan, C. O., Sakarya, M. (2004). Chemical composition and in vitro gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. Livestock Research for Rural Development 16 (6) 2004.
- Kaya, C., Higgs, D. (2002). Improvements in the physiological and nutritional developments of tomato cultivars grown at high zinc by foliar application of phosphorus and iron. Journal of Plant Nutrition, 25(9): 1881-1894.

- Kochian, L. V. (1991). Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plants. In: Mortvedt JJ, Cox F, R. Shuman. L. M., Welch, R. M. (eds) *Micronutrients in Agriculture*, pp. 229–296. Madison, WI: Soil Science Society of America.
- Koç, A., Gökkuş, A. (1993). Mera idaresinde bitki - hayvan ilişkileri. *Atatürk Ü- Zir. Fak. Der.* 24 (1), 185-201, 1993.
- Koerselman, W., Meuleman, A. F. M. (1996). The vegetation N:P ratio: A new tool to detect the nature of nutrient limitation. *J. Appl. Ecol.* 33, 1441–1450.
- Kutlu, H. R., Özen, N. (2009). Hayvan beslemede son gelişmeler. VI. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi 24-27 Haziran 2009.
- Küçükaslan, İ. (2011). İz elementler ve ineklerde reproduktif açıdan önemi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2011:1 (4): 26-35.
- Lalman, D. (2017). Nutritive Value of feeds for beef cattle. Division of agricultural sciences and natural resources. Oklahoma Cooperative Extension Service. ANSI-3018. (Erişim Tarihi 17.08.2017) <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/>.
- Lambers, H., Cramer, M. D., Shane, M. W., Wouterlood, M., Poot, P. Veneklass, E. J. (2003). Structure and Functioning of Cluster Roots and Plant responses to Phosphate Deficiency. *Plant and Soil* 248: 9-19.
- Lange, R. T. (1967). Nitrogen, sodium, and potassium in foliage from some arid- and temperate-zone shrubs. *Aust. J. biol. Sci.*, 1967, 20, 1029-32.
- Lee, H. S., Lee, I. A. (1989). Studies on the improvement and utilization of pasture in the forest. III: Seasonal herbage production and utilization of pasture in forest. *J. Korean Soc. Grassl. Sci.* 9. 7-14. Korea.
- Leonhard-Marek, S. (2000). Warum beeinflussen spruenelemente die fertilität Tierärztl Prax. 28(6): 60-65.
- Maiti, R., Rodriguez, H. G., Kumari, A. (2016). Nutrient Profile of Native Woody Species and Medicinal Plants in Northeastern Mexico: A Synthesis . *J. Bioprocess Biotech* 2016, 6:5.
- Mandal, L. (1997). Nutritive values of tree leaves of some tropical species for goats. *Small Rumin. Res.* 24: 95-105.
- Marshner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Second Ed. Academic Press. Inc. San Diego. CA. 11th April 1995: 889
- Mayland, H. F. (1986). Factors affecting yield and nutritional quality of crestedwheat-grass. In: Johnson, K. L. (Ed.), *Crested Wheatgrass its Values, Problem sand Myths: Symposium Proceedings*. Utah State University, Logan, 215-216.
- Mc, Kell. C., Garcia-Moya, E. (1969). Contribution of Shrubs to the nitrogen economy of a desert-wash plant community. *Ecology*, Vol. 51, No.1
- McGroddy, M. E., Daufresne, T., Hedin, L. O. (2004). Scaling of C : N : P stoichiometry in forests worldwide: Implications of terrestrial redfield-type ratios. *Ecology* 85, 2390–2401.
- Melendez, P., Donovan, A., Risco, C. A., Goff, J. P. (2004). Plasma mineral and energy metabolite concentrations in dairy cows fed an anionic prepartum diet that did or did not have retained fetal membranes after parturition. *Am J Vet Res.* 65: 1071-1076.
- Meuret, M., Boza, J., Narjisse, N., Nastis, A. (1990). Evaluation and utilization of rangeland feeds by goats. In: Morand-Fehr P (Editor). *Goat Nutrition*, PUDOC. Wageningen, The Netherlands, pp.161-170.
- Miller, D. A., Reetz, H, F. (1995). Forage Fertilization. "Ed. R. F. Barnes, D. A. Miller, C. J. Nelson. Forages. Volume I: An Introduction to Grassland Agriculture. (Fifth Edition)." Iowa State University Press, p: 77-79, Iowa, USA.
- Mulder, C., Elser, J. J. (2009). Soil acidity, ecological stoichiometry and allometric scaling in grassland food webs. *Global Change Biol.* 15, 2730–2738.
- Nesheim, L. (1990). Herbage quality of *Elytrica repens*. *Agrosti capillaris* and *Phalaris arundinacea*. Soil-Grassland. *Animal Relationships*in: Proc. 13th General Meeting of the European Grassland Federation. 2. 91-95.
- Niinemets, Ü., Kull, K. (2003). Leaf structure vs. nutrient relationships vary with soil conditions in temperate shrubs and trees. *Acta Oecologica* 24 (2003) 209–219.
- Nockels, C. F., DeBonis, J., Torrent, J. (1993). Stress Induction Affects Copper and Zinc Balance in Calves Fed Organic and Inorganic Copper and Zinc Sources. *J. Anim. Sci.* 71, 2539-2545.
- Norton, B. W., Poppi, D. P. (1995). Composition and nutritional attributes of pasture legumes. In: D'Mello JPF, Devendra C, editors. *Tropical legumes in animal nutrition*. Wallingford: CAB International; p. 23–48.
- Okatan, A. G., Çam, Y., Leblebici, Z. (2008). Kayseri yöresinde dil oynatma hastalığı olan sığırlarda bazı iz elementlerin serum düzeylerinin değerlendirilmesi. *Sağlık Bil Derg* ,17,1, 16-22.
- Ozkan, C. O., Atalay, A. I., Kurt, O., Kamalak, A. (2016). Effect of species on macro and micro mineral composition of oak leaves with respect to sheep requirements. *Livestock Research for Rural Development* 28 (6) 2016

- Paksoy, N., Özçelik, M., Erkiş, E. E., Büyük, F., Ögün, M., Kırmızıgül, A. H. (2013). Kars yöresindeki dermatofitozisli sığırlarda serum bakır, çinko ve mangan seviyeleri. *Atatürk üniversitesi Vet Bil Derg*, 8,3, 210-215.
- Papachristou, T. G., Nastis, A. S. (1996). Influence of deciduous broadleaved woody species in goat nutrition during the dry season in Northern Greece. *Small Ruminant Research*. 20:15-22.
- Paschke, M. W., Valdecantos, A., Redente, E. F. (2005). Manganese toxicity thresholds for restoration grass species. *Environmental Pollution*, 135: 313-322.
- Paterson, J. (2004). The impact of trace minerals on utilization and reproduction: Part 3. Erişim: <http://www.animalrangeextension.com>.
- Paterson, J., C. Swenson., B. Johnsonand., R Ansotegui. (2018). Life Cycle Trace Mineral Needs For Reducing Stress In Beef Production
- Preston, R. L. 2002. Typical composition of commonly used feeds for sheep and cattle. *Feed Composition Guide*. <http://images.beef-mag.com/files/13/feedcomp2002.pdf> ( Erişim Tarihi 17.08.2017).
- Puls, R. (1994). Mineral levels in Animal Health. *Diagnostic Data*. Sherpa International. Canada. 1994.
- Randal, R. D. (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle, *J. Anim. Sci*, 1990, 68, 853-862.
- Reich, P. B., Oleksyn, J. (2004).Global patterns of plant leaf N and P in relation to temperature and latitude. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 101, 11001–11006.
- Richardson, C. (2001). Relative feeding value (RFV), an indicator of hay Quality. *OSO Extension Fact F2117*.<http://clay.agr.okstate.edu/alfalfa/webnews/quality3.htm>
- Roem, W. J., Berendse, F. (2000). Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities. *Biol. Conserv.* 92, 151–161
- Rout, G. R., Das, P. (2003). Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc. *Agronomie*, 23: 3-11
- Sardans, J., Rivas-Ubach, A., Peñuelas, J. (2012). The elemental stoichiometry of aquatic and terrestrial ecosystems and its relationships with organismic lifestyle and ecosystem structure and function: a review and perspectives. *Biogeochemistry* 111, 1–39.
- Sasaki, T., Yoshihara, Y., Jamsran, U., Ohkuro, T. (2010). Ecological stoichiometry explains larger-scale facilitation processes by shrubs on species coexistence among understory plants. *Ecol. Eng.* 36, 1070–1075.
- Schlesinger, W. H., Pilmanis, A. M. (1998). Plant-soil interactions in deserts. *Biogeochemistry* 42, 169–187.
- Schweigert, F. J., Zucker, H. (1988). Concentratio of vitamin A, beta-carotene and vitamin E in individual bovine follicles of different quality. *Journal of Reproduction and Fertility* 1988, 82, 575-579.
- Smith, R. D., Chase, L. E. (1980). Nutrition and Reproduction. *Dairy Integrative Reproduction Management*, Pp 1-5
- Socha, M., Tomlinson, D. Zinpro. (2004). Performance minerals improve reproductive performance of dairy cattle. Erişim: <http://www.availa4.com/technical/pdf/ArticleRepro.pdf> Erişim tarihi: 22.11.2004
- Spain, N., Lucy, M., Hardin, D.K. (1997). Effects of nutrition on reproduction in dairy cattle. (Alınmıştır) *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. RS Youngquist (editör) Chapter 55. s. 420-421. W.B. Saunders, Philedelphia.
- Spitzer, J.C. (1986). Influences of nutrition on reproduction in beef cattle. (Alınmıştır) *Current Therapy in Theriogenology*. DA Morrow (editör). Baskı 2. s.322-323. W.B. Saunders, Toronto.
- Tekeli, A. S., Avcioglu, R., Ateş, E. (2003). İran Üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.)'nde bazı morfolojik ve kimyasal özelliklerin zamana ve toprak üstü biomasına bağlı olarak değişimi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2003. 9 (3) 352-360.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd Ed.). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Vardar, Y. (1983). *Bitki Fizyolojisi Dersleri*. II. Bitkilerde Büyüme ve Gelişme Olayları Ege Üniversitesi Fen Fak. Ders Kitabı No: 69, İzmir.
- Vatansever, R., Ozyigit, I. I., Filiz, E. (2017). Essential and beneficial trace elements in plants, and their transport in roots: a Review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. January 2017, Volume 181, Issue 1, pp 464–482.
- Wang, H., Shan, X. Q., Wen, B., Zhang, S., Wang, Z. J. 2004. Responses of antioxidative enzymes to accumulation of copper in a copper hyperaccumulator of *Commoelina communis*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 47: 185-192.
- Yu, Q, Chen, Q., Esler, J. J., He, N., Wu, H., Zhang, G., Wu, J., Bai, Y., Han, X. (2010). Linking stoichiometric homeostasis with ecosystem structure, functioning and stability. *Ecol. Lett.* 13, 1390–1399 (2010).
- Zheng, S. X., Shangguan, Z. 2007. Spatial patterns of leaf nutrient traits of the plants in the Loess Plateau of China. *Trees-Struct. Funct.* 21, 357–370.