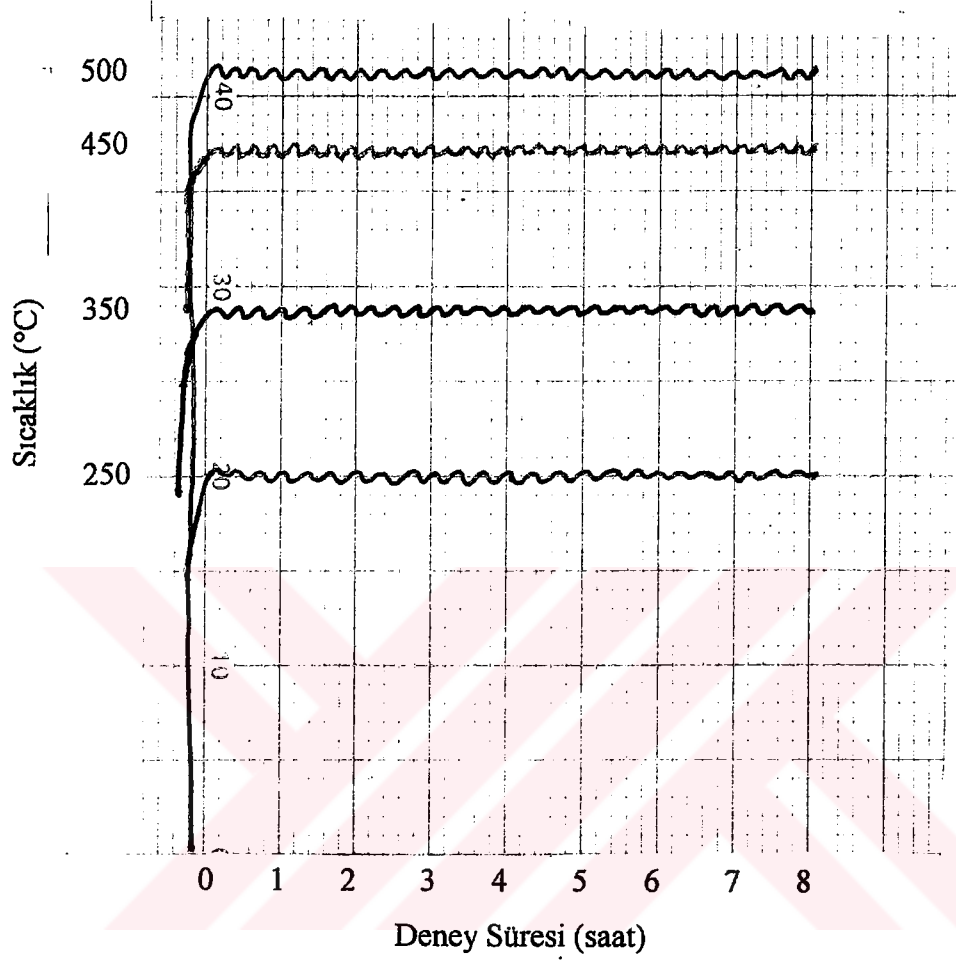
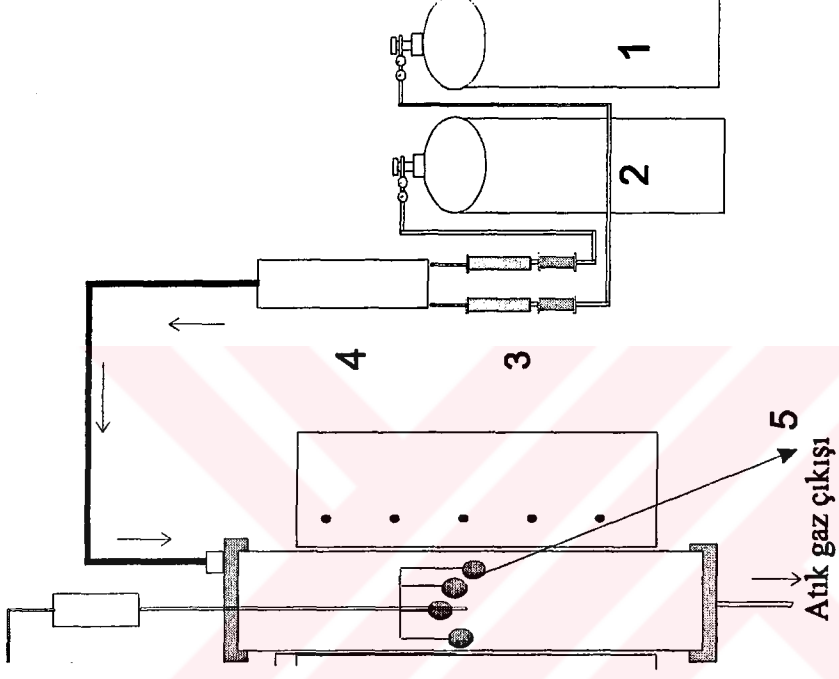




Sekil 6.2: Oksidasyon Deneyi Yeniden Fırında Mıydansa Gelen Sıcaklık Değişimleri



İldığı sistem

çış ölçer, 4. Gaz karıştırma haznesi, 5 Numuneler ; 6 Fırın
dici, 9. Trafo , 10. Fırın sıcaklık kontrol ünitesi 11:Termokupl2.

BÖLÜM 7

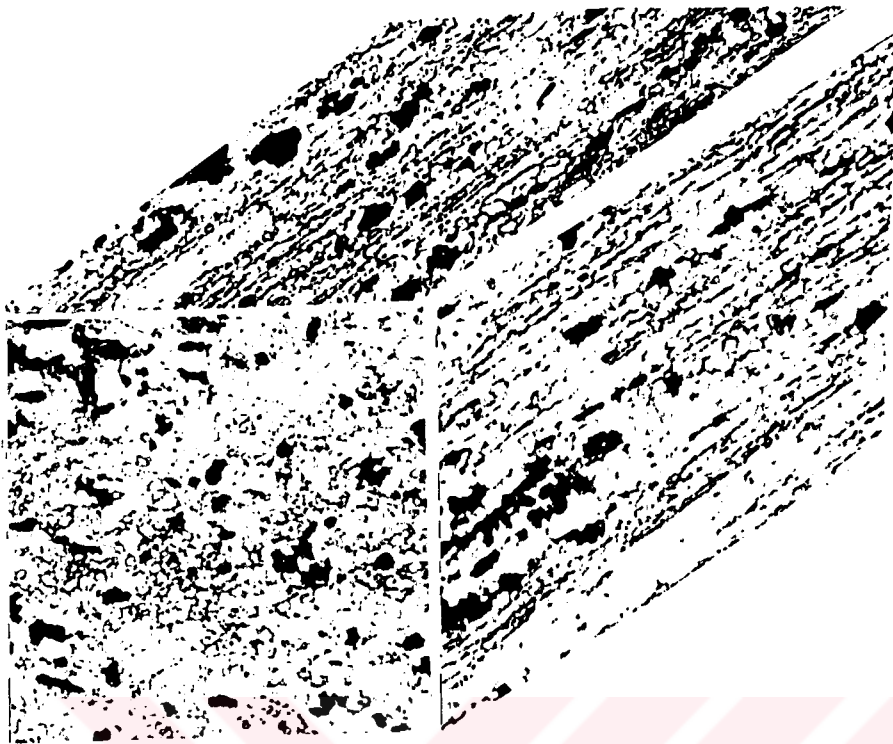
DENEYSEL SONUÇLAR ve İRDELEMESİ

Laboratuvar şartlarında üretilen Al-%4.5Cu-%(x)Li-%0.5Mg-%0.5Ag-%0.15Zr içeren alaşımlar farklı miktarda lityum içeriği ile birbirinden ayrılmaktadır. Diğer alaşım elementlerinin % bileşimleri ise çalışma şartlarına bağlı olarak nihai üründe az bir farkla da olsa birbirine yakındır. Tablo 6.1’de görüldüğü gibi alaşımdaki lityum bileşimi %1.42 ile %2.64 arasında değişmektedir. Demir ve silisyum girdisi metallerde az bulunması ve dikkatli ergitme pratiğinin sonucu olarak nihai üründe arzu edilen seviyelerde kalmıştır.

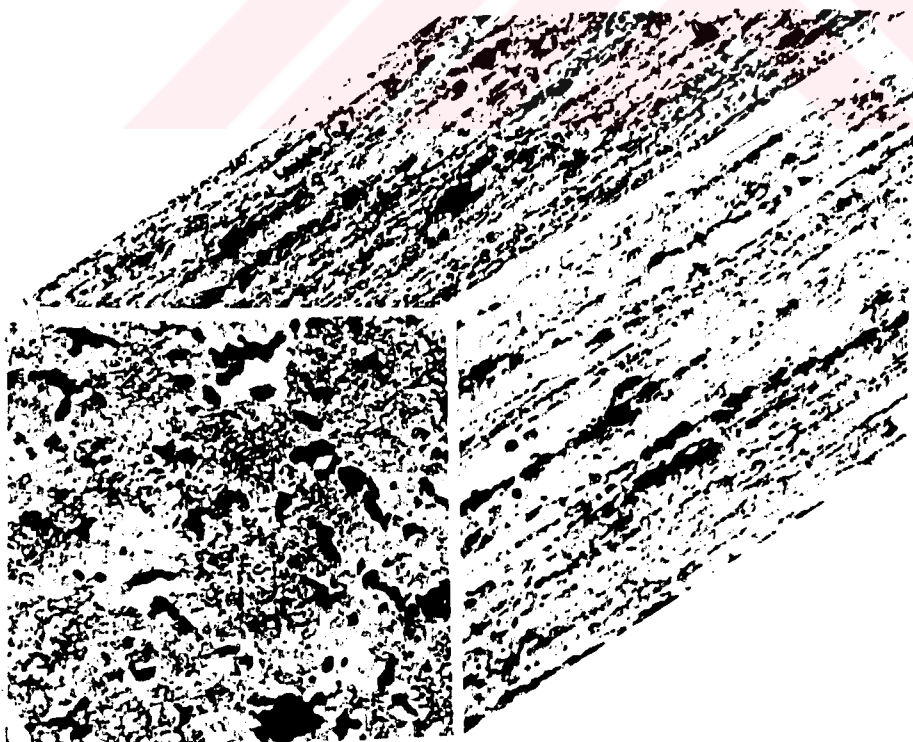
7.1 MİKROYAPI İNCELEMESİ

508 °C’de çözeltiye alınan numuneler metalografik olarak hazırlanıp Keller reaktifi ile dağlandıktan sonra alaşımların ekstürüzyon yönüne dik, paralel ve üçüncü yönde mikroyapı resimleri çekilmiştir. Ağırlıkça farklı % Li bileşimine sahip D3, D5, D7 ve D8 nolu alaşımların mikroyapı resimleri şekil 7.1’de görülmektedir.

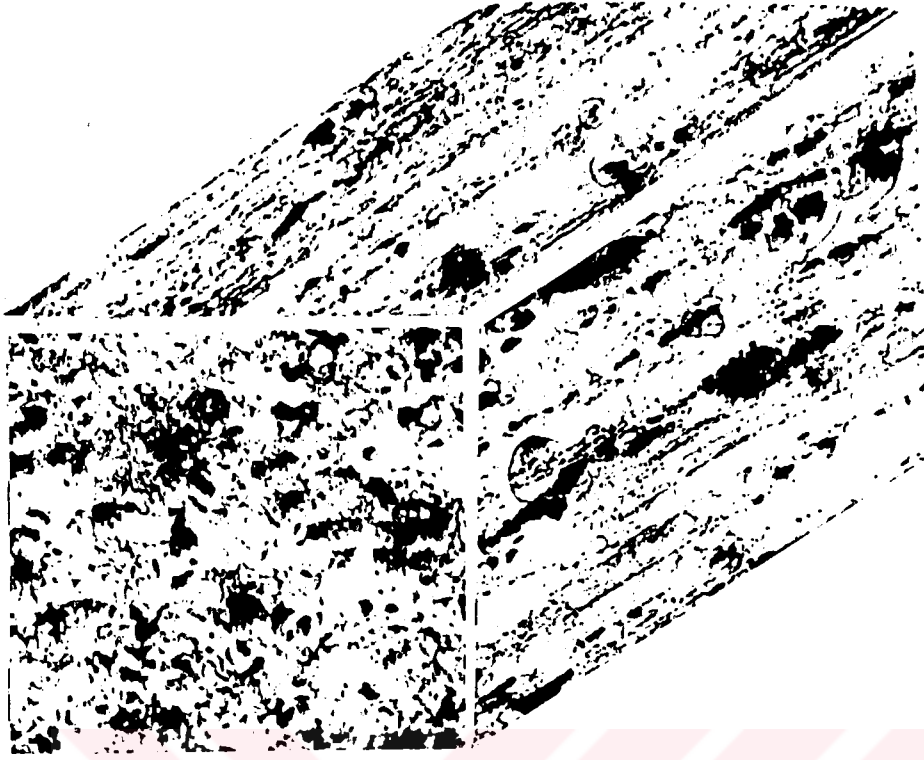
Şekil 7.1’deki mikroyapı resimlerinden ekstürüzyon sonrası ekstürüzyon yönünde uzamış taneler çözeltiye alma ısı işlemi sonrasında da görülmektedir. Ekstürüzyon sonrası yapıda bulunan fazlar çözeltiye alma ısı işlemi esnasında alüminyum matriks içine tamamen çözünerek geçmemişlerdir. Yapıda bulunan kaba çözünmeyen partiküller döküm sonrası katılaşma esnasında oluşan yapısal partiküller olup ısı işlem ile herhangi bir değişime uğratmak mümkün değildir.



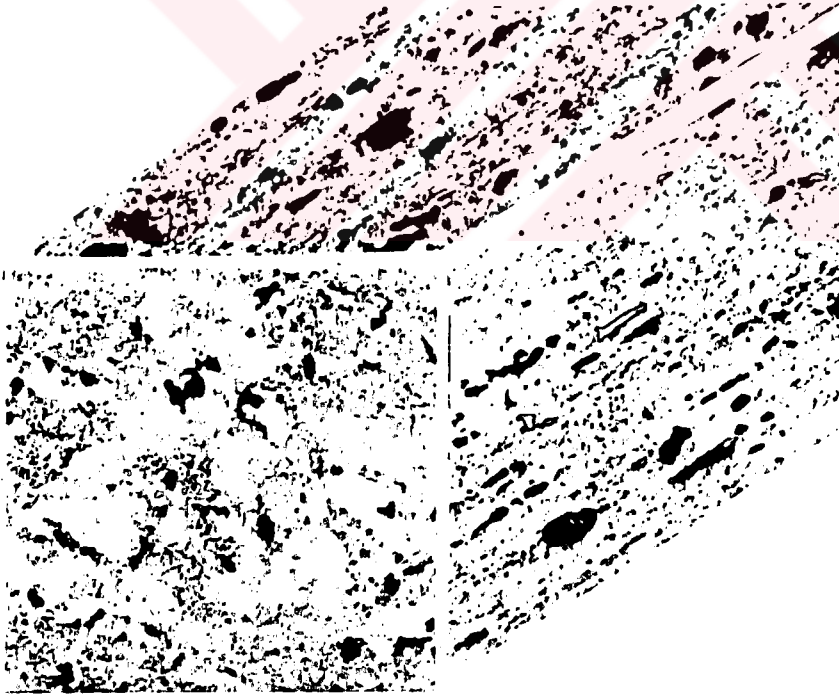
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 7.1: Ağırlıkça Farklı %Lityum Bileşimlerine Sahip Alaşımların Üç Yönde Mikroyapı Resimleri

a) D3 (%1.71 Li)

b) D5 (%1.88 Li)

c) D7 (%1.93 Li)

d) D8 (%1.42 Li)

7.2. YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

Alaşımda bulunan elementlerinin Tablo 6.1’de verilen ağırlıkça % değerleri ve yoğunlukları kullanılarak teorik olarak alaşımların yoğunlukları hesaplanmıştır (tablo 7.1). Ayrıca her bir alaşımın yoğunluğu deneysel olarak piknometre ve saf su kullanılarak tespit edilmiştir. Alüminyumun yoğunluğuna göre alaşımın yoğunluğunda meydana gelen değişimlerde hesaplanmıştır. Bu çalışmalara ait sonuçlar tablo 7.1’de görülmektedir.

Tablo 7.1: Alaşımların Deneysel Olarak Ölçülen ve Teoriksel Olarak hesaplanan Yoğunlukları

	Deneysel olarak ölçülen yoğunluk (gr/cm ³)	Teorik olarak hesaplanan yoğunluk (gr/cm ³)	Alüminyumun yoğunluğna göre meydana gelen değişim (%)
D1	2.5985	2.6250	-2.77
D2	2.6112	2.6221	-2.88
D3	2.5834	2.6075	-3.43
D4	2.5113	2.5125	-7.00
D5	2.5665	2.5843	-4.28
D6	2.5917	2.6016	-3.64
D7	2.5440	2.5815	-4.38
D8	2.6143	2.6335	-2.45

Alaşımda üretilen kullanılan bakır, zirkonyum, gümüş ilaveleri alaşımda yoğunluğunun artışına neden olurken lityum ve magnezyum alaşımda yoğunluğunun bir düşme sağlar.

Bileşimleri birbirinden farklı olan alaşımlardan tablo 7.1’den de görülebileceği gibi en düşük lityum bileşimine sahip (%1.42) olan D8 alaşımda yoğunluk değeri en yüksek olduğu görülmektedir. Yoğunluğu en düşük olan alaşım ise lityum

bileşiminin (2.64) en yüksek olduğu D4 alaşımıdır. Alüminyumun yoğunluğu (2.698 gr/cm³) esas alındığında alaşımların yoğunluklarında meydana gelen değişimler tablo.7.1’de görülmektedir. Değişimin en fazla %-7 olarak D4 alaşımında, en düşük ise %-2.45 ile D8 alaşımında meydana geldiği görülmektedir.

7.3. YAŞLANDIRMA VE ÇEKME DENEYLERİ

Çekme deney numuneleri T5 ısıtıl işlem prosedürüne göre hazırlandıktan sonra ASTM-E8 standartlarına göre hazırlanmış ve deneyler yapılmıştır. Tablo 7.2 de çekme deneyleri sonucu elde edilen her numuneye ait akma mukavemeti, kopma mukavemeti, elastik olarak alaşımlarda meydana gelen uzama ile kopuncaya kadar alaşımlarda meydana gelen uzama değerleri görülmektedir. Tablo 7.2’den de görülebileceği gibi lityum miktarındaki değişimle birlikte alaşımın %uzama miktarları ile mukavemetlerinin değiştiği görülmektedir. Alaşımdaki lityum bileşiminin artışına bağlı olarak alaşımın akma ve kopma mukavemetinde bir düşme görülmekte ve % uzama miktarında ise bir artış gözlenmektedir.

Tablo 7.2. Alaşımların Yaşlandırma Isıl İşlemi Sonrası Akma Mukavemeti, Kopma Mukavemeti, Elastik % uzama ve Toplam % Uzama Değerleri

Alaşım	Li (%)	Akma Mukavemeti Kg/mm ²	%e (elastik)	Kopma Mukavemeti kg/mm ²	%e (kopma)
D1	1.56	33.75	5.15	39.76	10.38
D2	1.53	37.50	6.90	42.63	10.56
D3	1.71	37.00	9.28	37.94	10.44
D4	2.64	-	-	34.77	6.66
D5	1.88	34.00	6.75	36.18	8.88
D6	1.88	37.66	8.33	39.44	10.10
D7	1.93	37.80	7.85	40.22	10.00
D8	1.42	38.50	8.35	40.83	10.49

7.4. OKSİDASYON DENEYLERİ

Ağırlıkça değişen miktarlarda lityum içeren alaşımların değişen fırın atmosferlerinde ve sıcaklıklarda zamana bağlı olarak yapılan oksidasyon deneyleri sonucunda alaşım yüzeyinde oluşan oksit ürünleri nedeni ile bir ağırlık artışı meydana gelmektedir. Bu ağırlık değişimini miktarı deney parametrelerini değişimi ile değişmektedir.

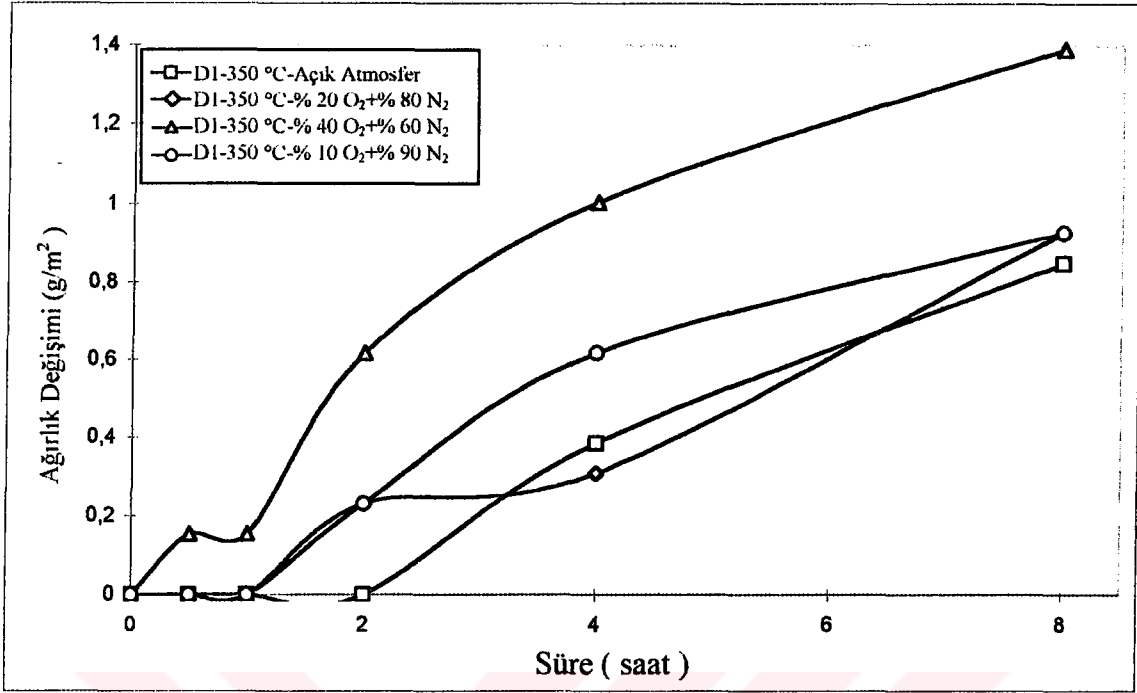
Ağırlıkça %1.56 lityum içeren D1 nolu alaşımın 350, 450 ve 500 °C sıcaklıklarda ve farklı fırın atmosferlerinde zamana bağlı olarak meydana gelen ağırlık değişimlerini gösteren grafikler şekil 7.2’de görülmektedir.

Belirli bir fırın atmosferi ve sıcaklık şartlarında alaşımda zamana bağlı olarak meydana gelen ağırlık artışı parabolik bir şekilde artmaktadır. Yani zamanın artışı ile birlikte ağırlıktaki artış devam etmekle birlikte ağırlık artış hızında bir düşme gözlenmektedir. Bu durum zamanın ilerlemesi ile birlikte oksidasyona uğrayan alaşımdaki lityum konsantrasyonunun azalması ile açıklanabilir.

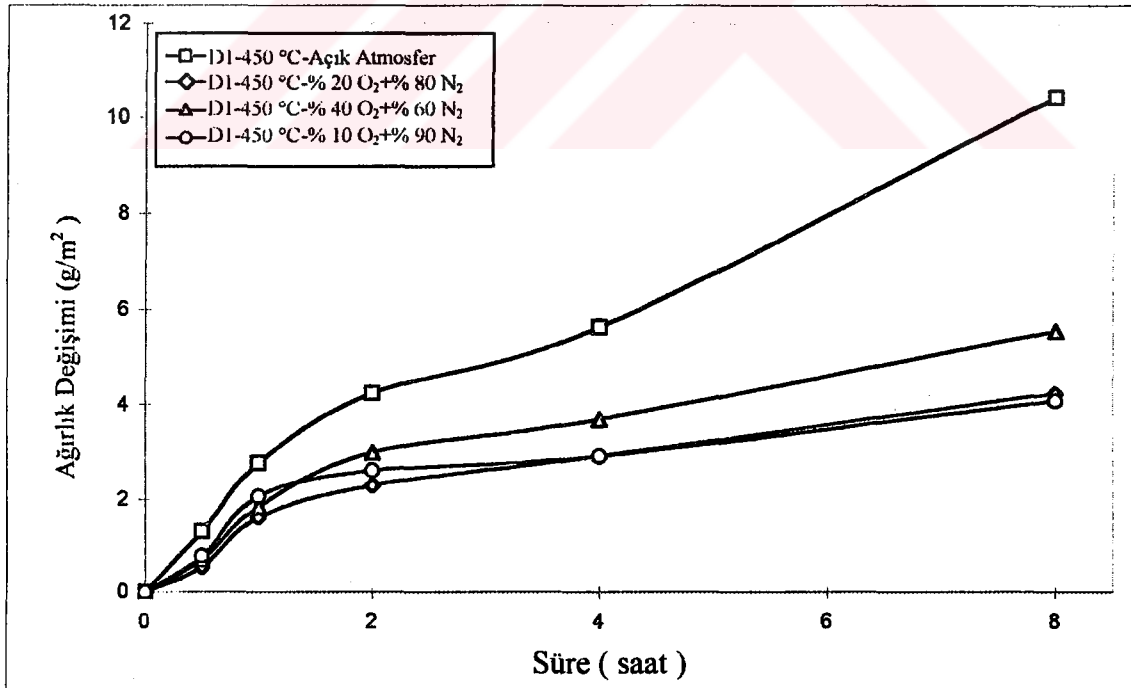
Şekil 7.2’deki grafiklerden alaşımda meydana gelen ağırlık değişimine fırın atmosferinin etkisini inceleyecek olursak; fırın atmosferi gaz bileşiminin alaşımın ağırlık değişimi üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu görürüz. Ayrıca sıcaklık değişimi ile birlikte fırın atmosferinin etkisinde de bir değişikliğin olduğunu görürüz. Şöyle ki; 350 °C’de yapılan deneylerde ağırlık artışının en fazla %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımının kullanıldığı fırın atmosferinde olduğu gözlenmiştir. Bu sıcaklıkta fırın atmosferi olarak %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı ve açık atmosfer kullanıldığında alaşımda meydana gelen ağırlık değişiminin birbirine çok yakın olduğunu görmekteyiz. 350 °C’de alaşımda meydana gelen ağırlık artışı sırası ile %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, açık atmosfer ve %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı kullanılan fırın atmosferlerinde artmaktadır. 450 ve 500 °C’de yapılan deneylerde ise alaşımda meydana gelen ağırlık değişiminin en fazla

açık atmosferin kullanıldığı fırın atmosferlerinde olduğu görülmektedir. Bu sıcaklıklarda yapılan deneylerde alaşımda meydana gelen ağırlık artışı sırası ile açık atmosfer, %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı ve %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı kullanılan fırın atmosferlerinde artmaktadır.

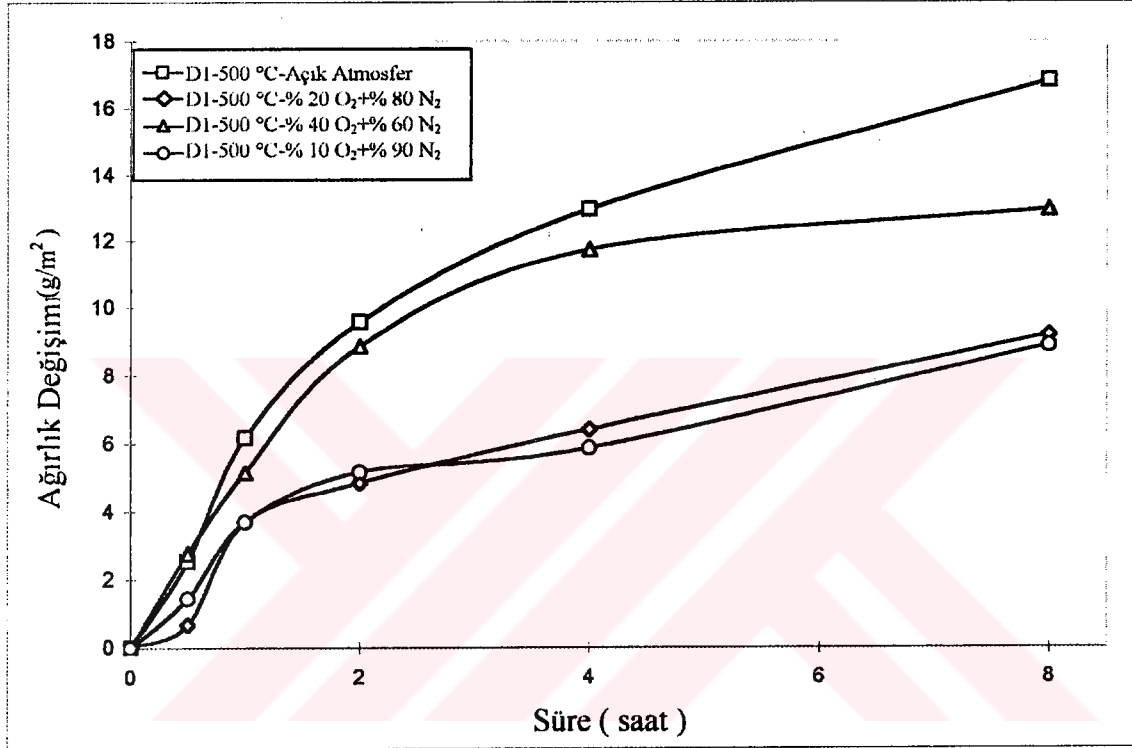
Ağırlıkça % lityum bileşimleri sırası ile %1.71, %2.64, %1.93 ve %1.42 olan D3, D4, D7 ve D8 nolu numunelerin 350, 450 ve 500 °C'de farklı atmosferlerde yapılan deneylerde zamana bağlı olarak alaşımlarda meydana gelen ağırlık değişimleri tespit edilmiştir. D3 nolu alaşıma ait grafikler şekil 7.3'te, D4 nolu alaşıma ait grafikler şekil 7.4'te, D7 nolu alaşıma ait grafikler şekil 7.5'te ve D8 nolu alaşıma ait grafikler ise şekil 7.6'da görülmektedir. Grafiklerden de görülebileceği gibi fırın atmosferi, sıcaklık ve süre deney parametrelerine bağlı olarak alaşımlarda meydana gelen ağırlık değişimleri D1 nolu alaşımda meydana gelen ağırlık değişimleri ile bir benzerlik göstermektedir. Yani tüm alaşımlar için ; 350 °C'de yapılan deneylerde ağırlık artışının en fazla %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımının kullanıldığı fırın atmosferinde olmaktadır. Bu sıcaklıkta fırın atmosferi olarak %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı ve açık atmosfer kullanıldığında alaşımlarda meydana gelen ağırlık değişiminin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Farklı fırın atmosferlerinde yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımlarda meydana gelen ağırlık artışının sırası ile %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, açık atmosfer ve fazla %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı kullanıldığı fırın atmosferlerinde artığı görülmektedir. 450 ve 500 °C'de yapılan deneylerde ise alaşımlarda meydana gelen ağırlık değişiminin en fazla açık atmosferin kullanıldığı fırın atmosferlerinde olmaktadır. Bu sıcaklıklarda yapılan deneylerde alaşımlarda meydana gelen ağırlık artışının sırası ile açık atmosfer, %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı ve %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı kullanıldığı fırın atmosferlerinde artmaktadır.



(a)



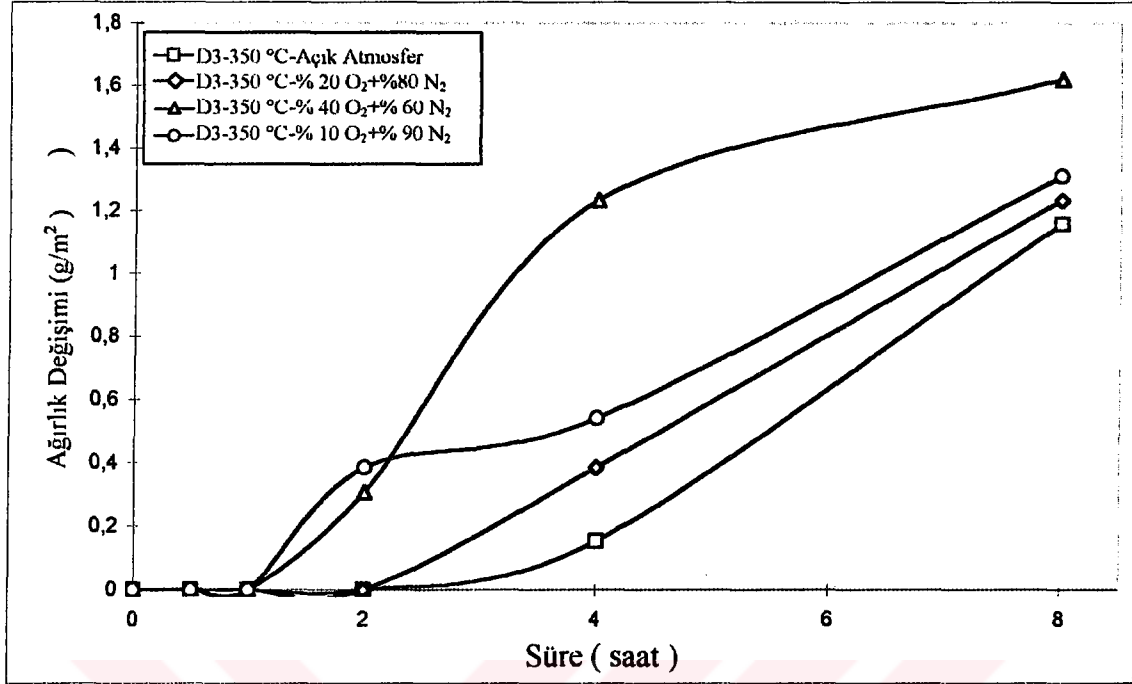
(b)



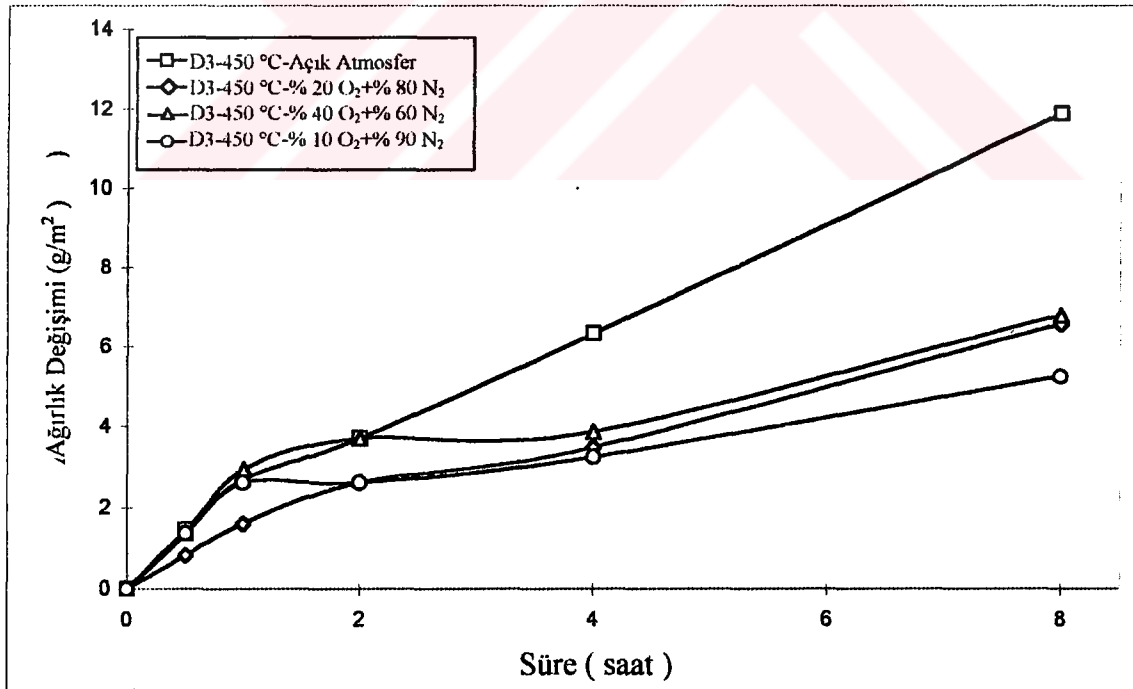
(c)

Şekil7.2: Ağırlıkça %1.56 Lityum İçeren D1 Nolu Numunede Farklı Fırın Ortamlarında ve Sıcaklıklarda Zamana Bağlı Olarak Meydana Gelen Ağırlık Değişimleri

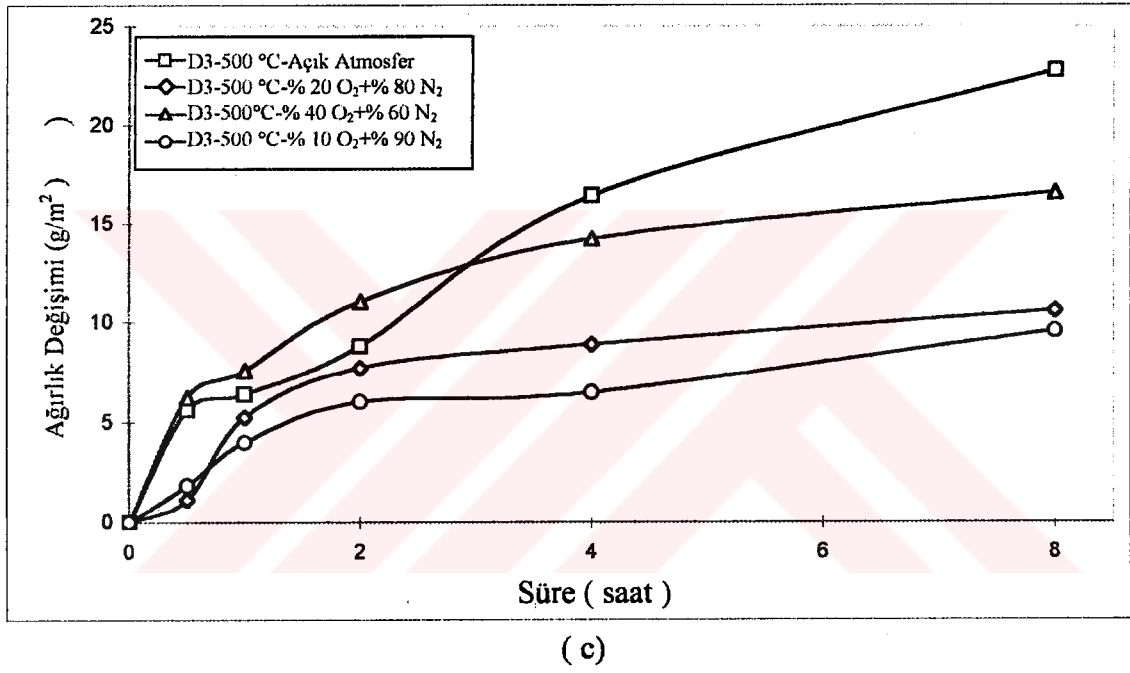
- a) 350 °C
- b) 450 °C
- c) 500 °C



(a)

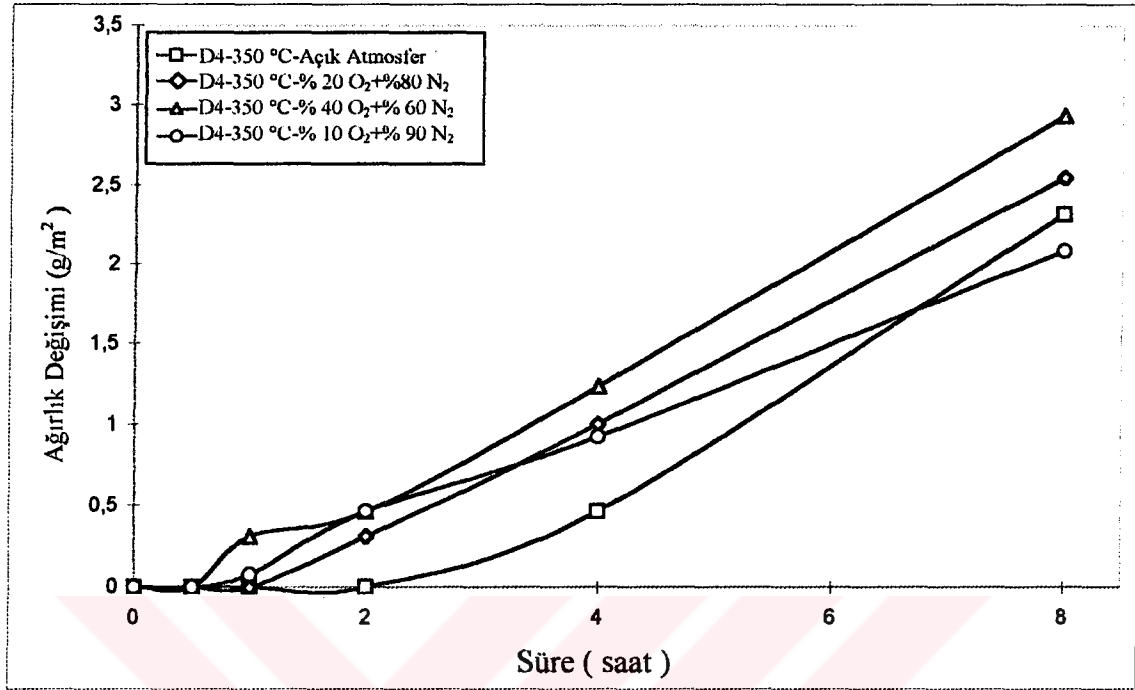


(b)

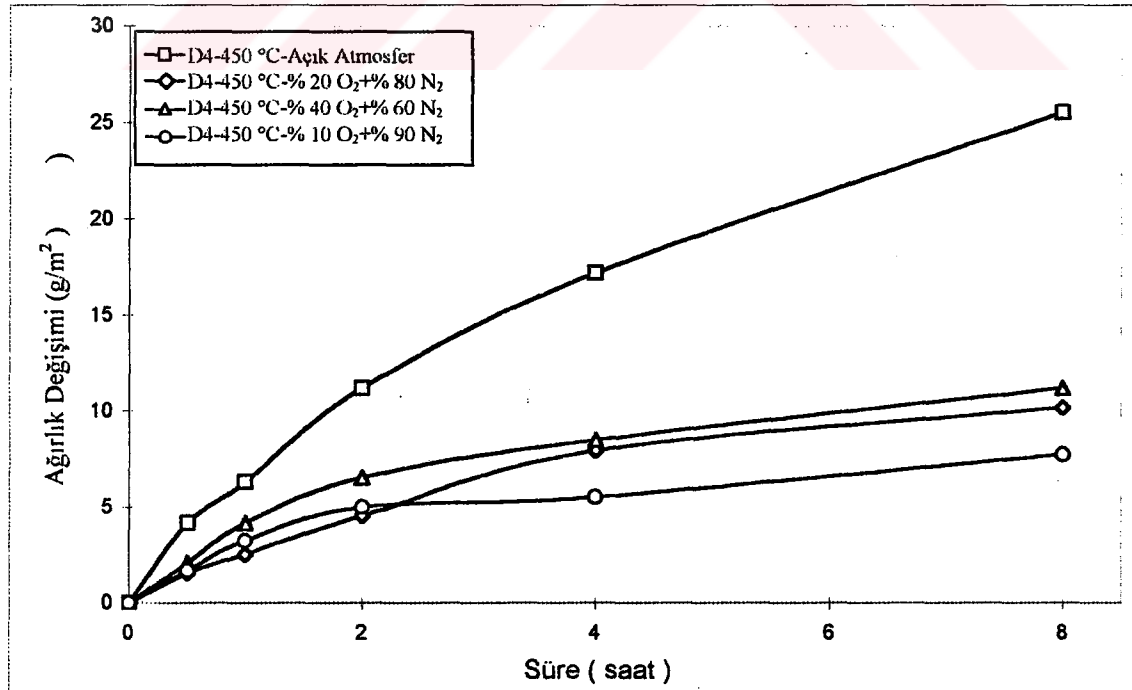


Şekil7.3: Ağırlıkça %1.71 Lityum İçeren D3 Nolu Numunede Farklı Fırın Ortamlarında ve Sıcaklıklarda Zamana Bağlı Olarak Meydana Gelen Ağırlık Değişimleri

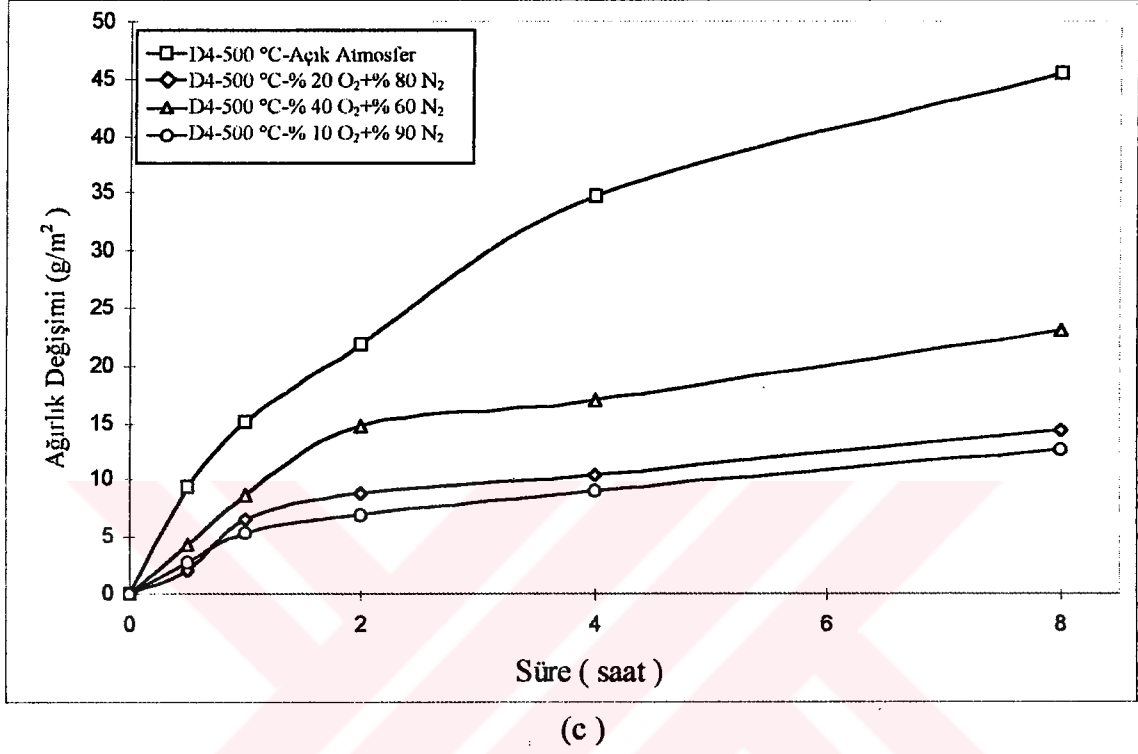
- a) 350 °C
- b) 450 °C
- c) 500 °C



(a)

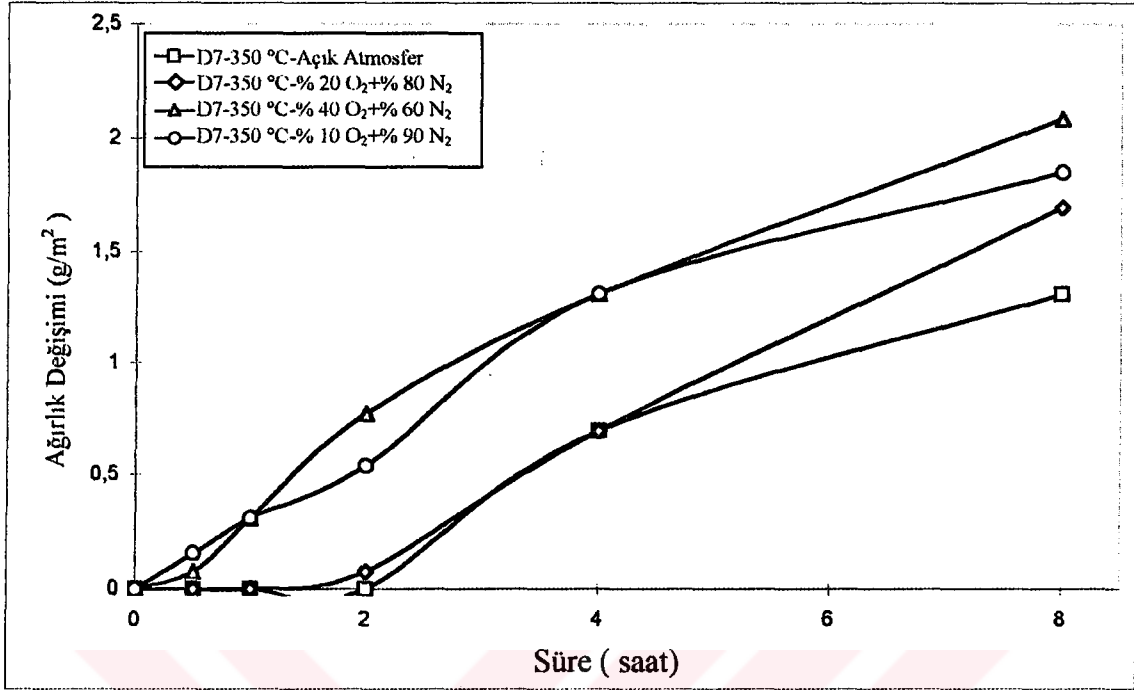


(b)

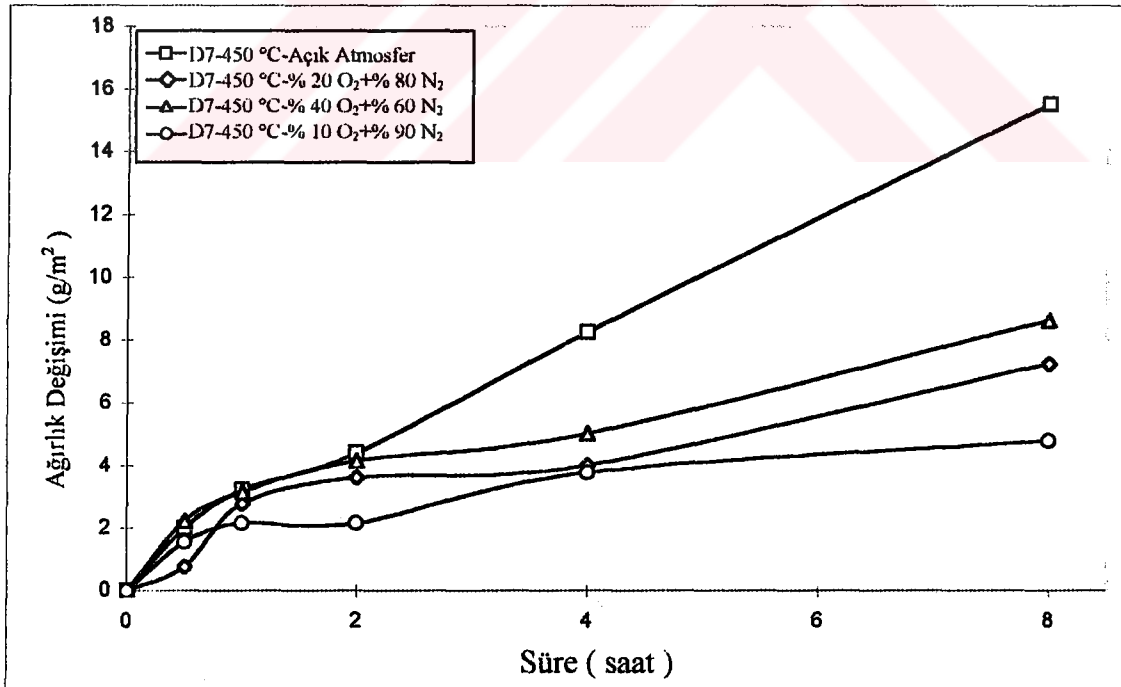


Şekil7.4: Ağırlıkça %2.64 Lityum İçeren D4 Nolu Numunede Farklı Fırın Ortamlarında ve Sıcaklıklarda Zamana Bağlı Olarak Meydana Gelen Ağırlık Değişimleri

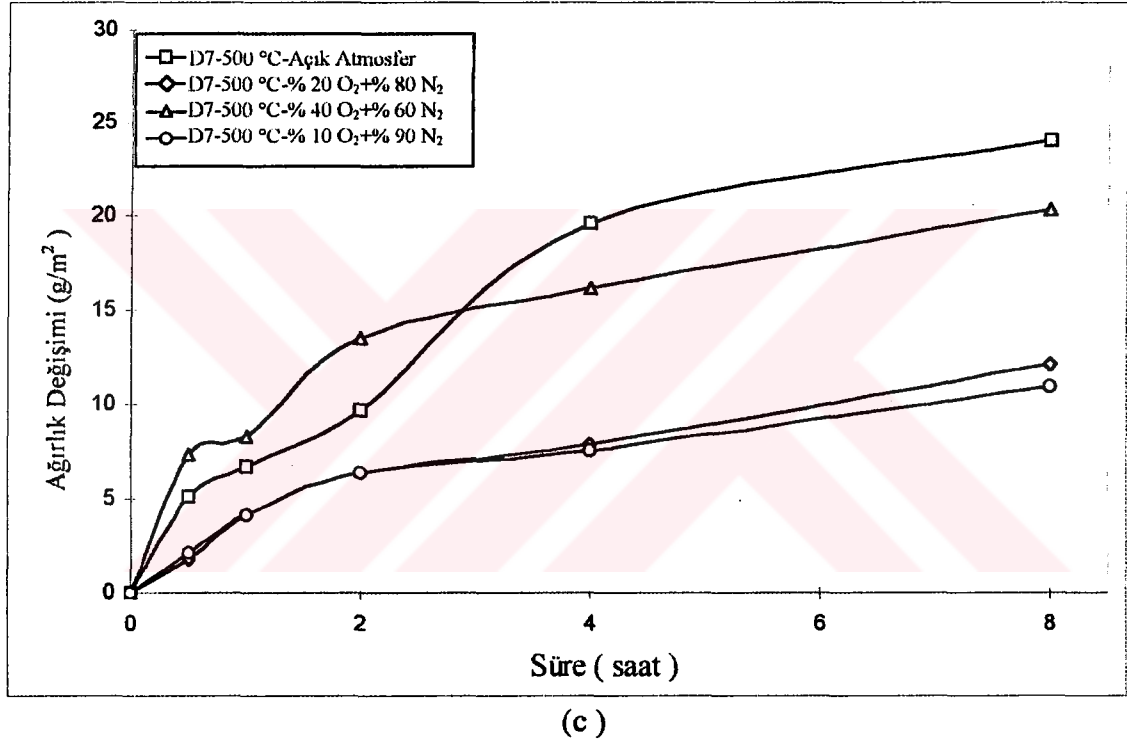
- a) 350 °C
- b) 450 °C
- c) 500 °C



(a)

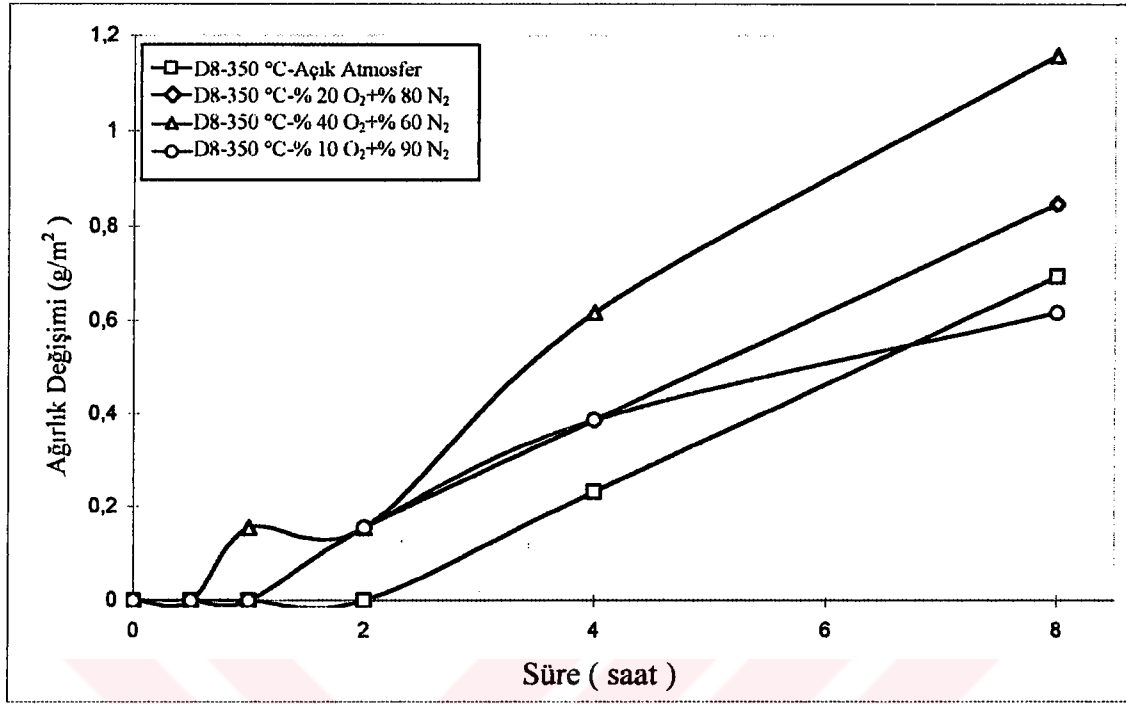


(b)

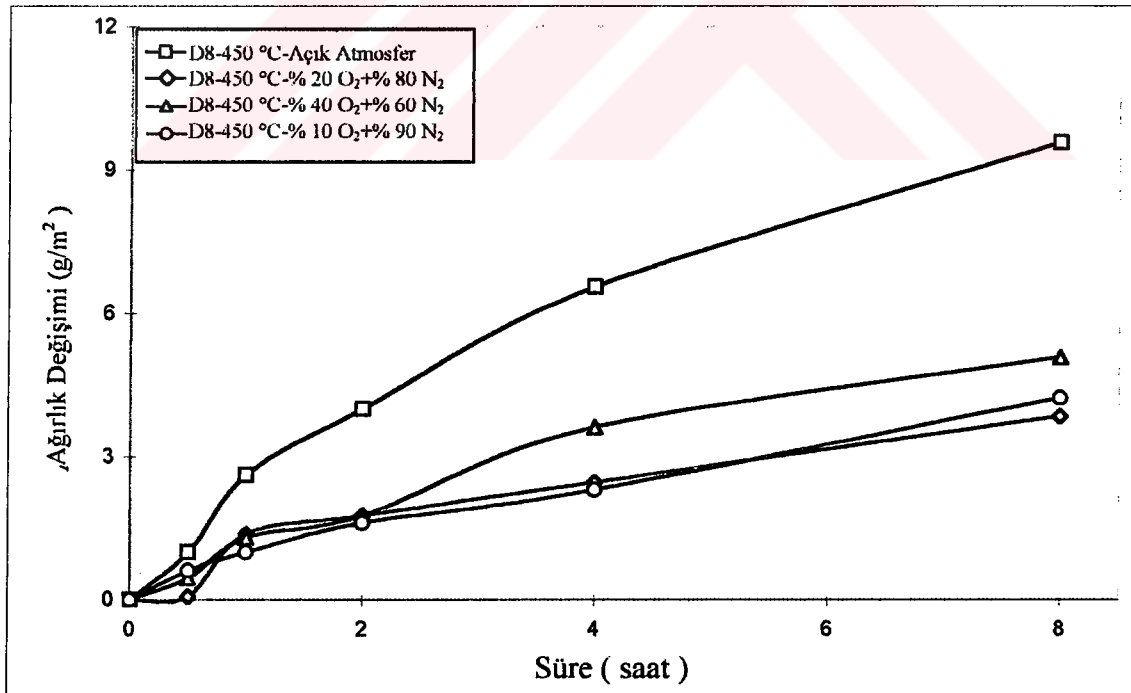


Şekil7.5: Ağırlıkça %1.93 Lityum İçeren D7 Nolu Numunede Farklı Fırın Ortamlarında ve Sıcaklıklarda Zamana Bağlı Olarak Meydana Gelen Ağırlık Değişimleri

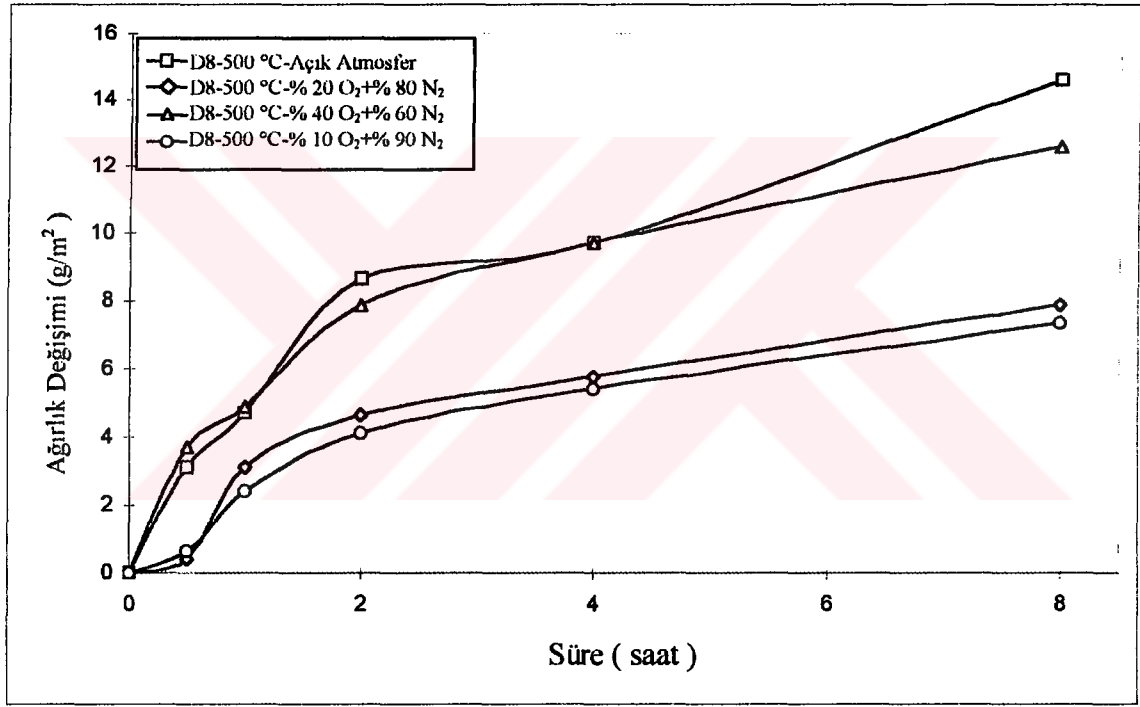
- a) 350 °C
- b) 450 °C
- c) 500 °C



(a)



(b)



(c)

Şekil7.6: Ağırlıkça %1.42 Lityum İçeren D8 Nolu Numunede Farklı Fırın Ortamlarında ve Sıcaklıklarda Zamana Bağlı Olarak Meydana Gelen Ağırlı Değişimleri

- a) 350 °C
- b) 450 °C
- c) 500 °C

Tüm alaşımlar için 350 °C'ta %40 O₂+%60 N₂ gazları karışımının kullanıldığı fırın atmosferlerinde oksit oluşumu sonucu meydana gelen ağırlık artışının diğer atmosferlere nazaran daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Alaşımlarda oluşan oksidasyon miktarı, başka bir deyişle alaşımlardan lityumun oksidasyonla kayıp miktarı kullanılan fırın atmosferindeki oksijen bileşiminin artışı ile birlikte artmaktadır. Bu sıcaklıkta %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı ile açık atmosferin kullanıldığı fırın atmosferinde meydana gelen ağırlık değişiminin birbirine çok yakın olmasını bu sıcaklıkta kullanılan atmosferde nemin bulunmasının oksidasyon işlemi üzerinde bir etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

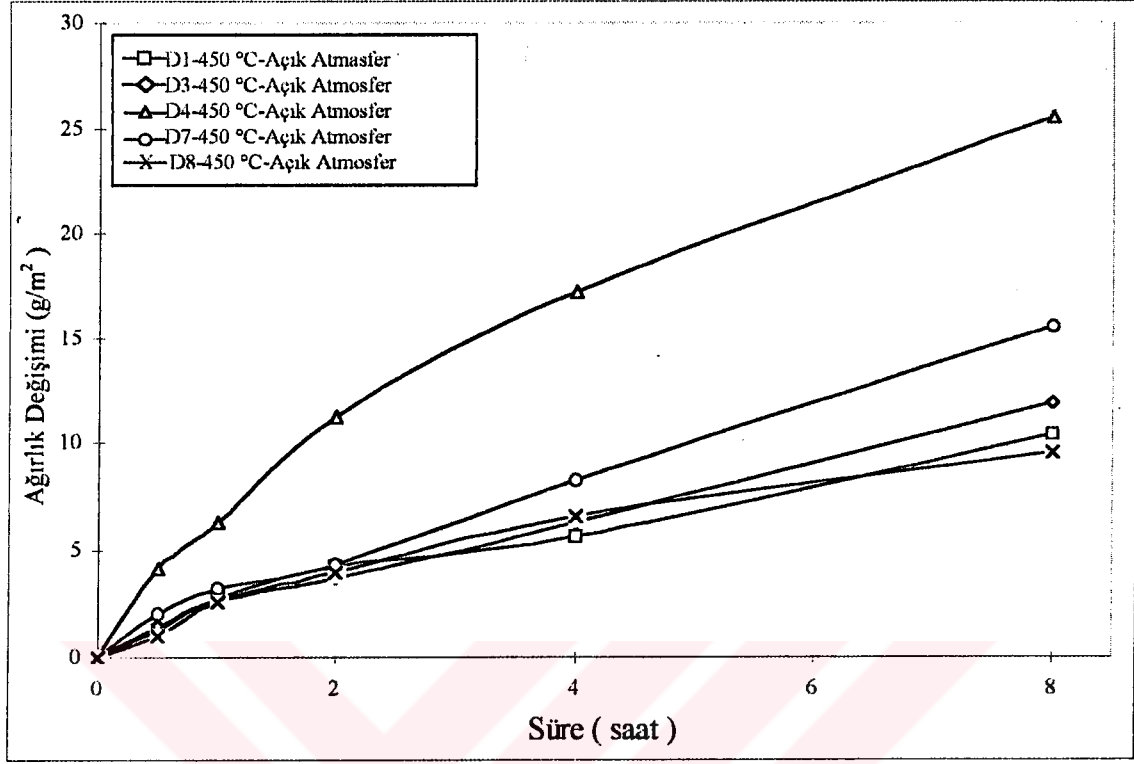
450 ve 500 °C'deki oksidasyon deneylerinde fırın atmosferi olarak açık atmosferin kullanıldığı durumda alaşımlardan lityum kayıp miktarının diğer ortamlara göre daha yüksek olması, yani fırın atmosferinde nemin bulunması lityum kaybı miktarının artışı üzerinde önemli bir etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir. Çünkü fırında kullanılan %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımını kuru atmosfer olarak düşünebiliriz ve bu gaz karışımının fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumda ağırlık artış miktarının açık atmosfere oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu şartlarda lityumun oksidasyonla kayıp miktarının da düşük olduğu düşünülebilir. Ancak Papazian ve arkadaşları 500 °C sıcaklık civarında kuru veya nemli atmosferin kullanılması durumunda lityum kayıp miktarında bir değişikliğin olmadığını ileri sürmüşlerdir [22]. Ayrıca Field ve arkadaşları 500 ile 520 °C civarında kuru atmosferin kullanıldığı durumda alüminyum-lityum alaşımlarında baskın oksit ürününün γ -LiAlO₂ olduğunu, nemli atmosferin kullanıldığı durumda ise LiAl₅O₈ in olduğunu belirtmişlerdir. Belirli sıcaklık şartlarında ve sürelerde nemli atmosferin veya kuru atmosferin kullanılması durumunda lityum kayıp miktarının aynı olacağını ancak oluşan oksit ürünün farklı olması nedeni ile ağırlık değişiminde farklılık görülebileceğini belirtmişlerdir [26]. Bu bilgiler ışığında 450 ve 500 °C'ta yaptığımız deneylerde açık atmosferin ve %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımının kullanıldığı durumlarda alaşımda meydana gelen ağırlık değişiminin farklılık göstermesine rağmen alaşımda meydana gelen lityum kayıp miktarının birbirine çok yakın olduğunu söyleyebiliriz.

Şekil 7.7’de 450 °C’de ve Şekil 7.8’de 500 °C’de ağırlıkça değişen miktarlarda % lityum bileşimine sahip alaşımlarda oksidasyon deneyleri sonrası lityum bileşimine ve zamana bağlı olarak ağırlıklarında meydana gelen değişimler görülmektedir.

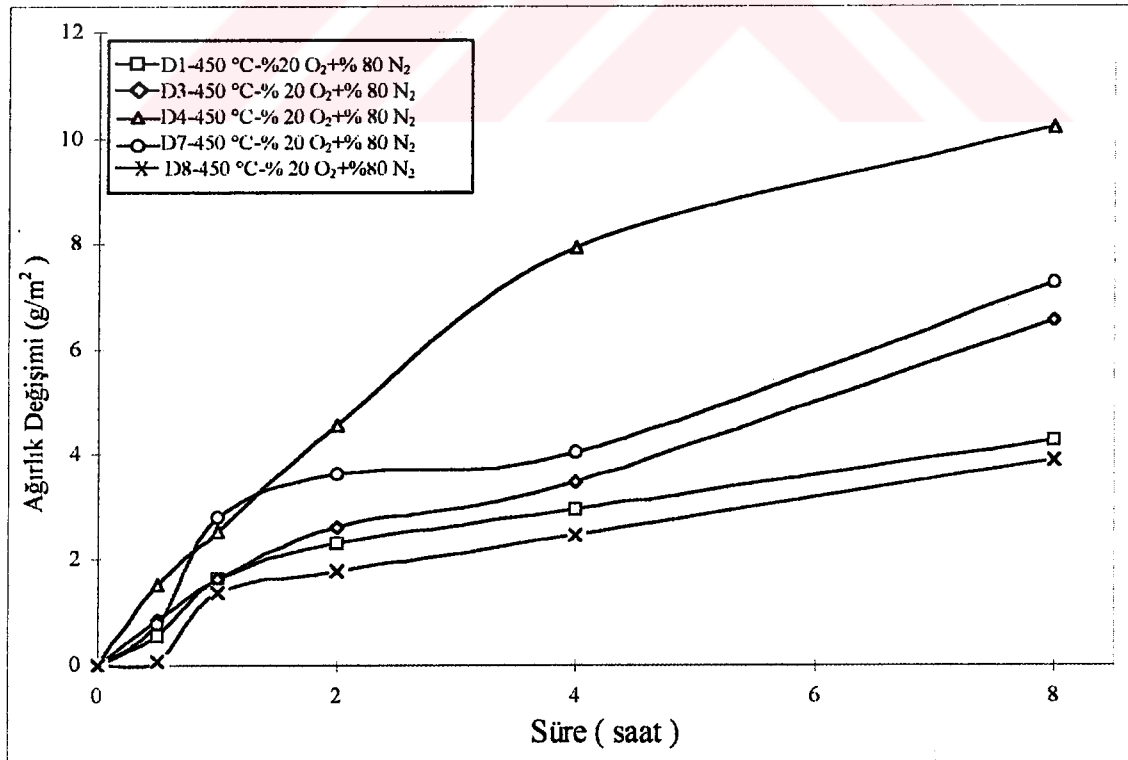
Şekil 7.7’de görüldüğü gibi 450 °C’de alaşımdaki ağırlıkça % lityum bileşiminin artması ile birlikte alaşımda oksidasyon sonucu meydana gelen ağırlık kazanımında artmaktadır. Ayrıca tüm sıcaklık ve oksidasyon deney süreleri için bu durum değişmemektedir. Ağırlıkça içerdiği % lityum bileşimi diğer alaşımlara göre daha yüksek olan D4 nolu alaşımda (%2.64) meydana gelen ağırlık değişimi diğer alaşımlara göre daha fazladır. Tüm deney şartlarında alaşımlarda meydana gelen oksidasyon sonucu ağırlıktaki artış sırası ile D8 (%1.42 Li), D1 (%1.56 Li), D3 (%1.71 Li), D7 (%1.93 Li) ve D8 (%2.64 Li) nolu alaşımlarda artmaktadır.

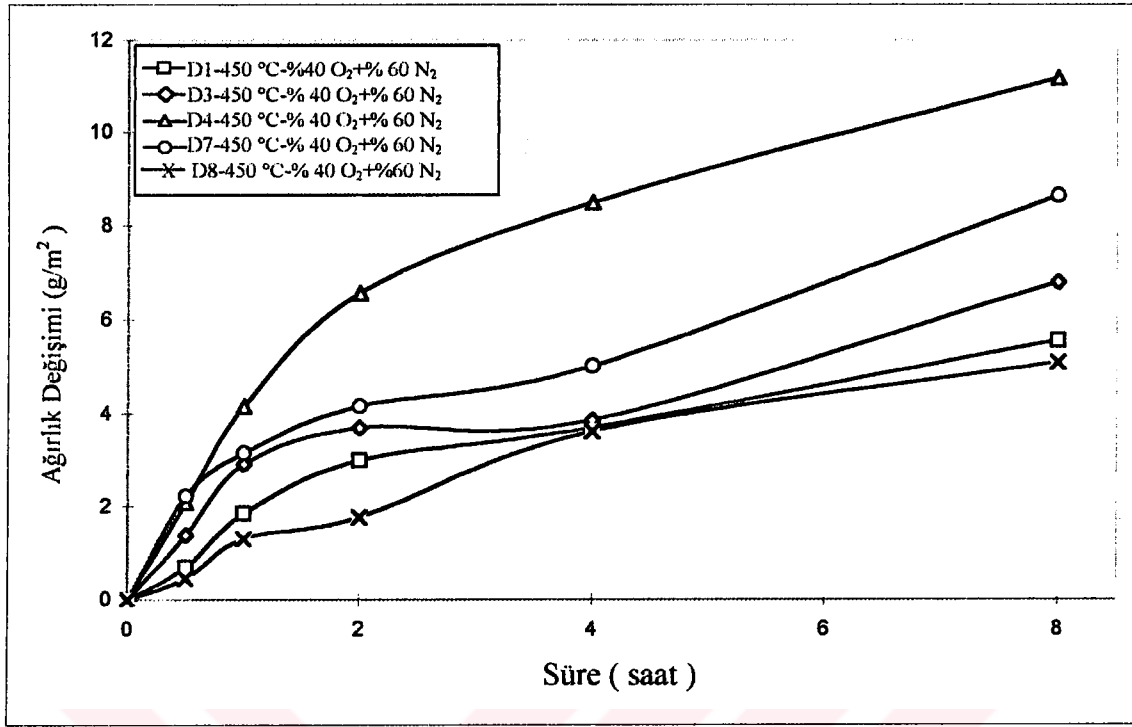
Şekil 7.8’de 500 °C’de ağırlıkta meydana gelen değişimler, değişim miktarının fazla olması ile birlikte 450 °C’de ki değişimler ile bir paralellik gösterir. Yani alaşımdaki % lityum miktarının artışı ile alaşımda meydana gelen ağırlık artış miktarı yükselmektedir.

Alaşımlarda oksidasyon sonucu ağırlık artış miktarlarına bakacak olursak; 450 °C’de ağırlıkça en yüksek lityum bileşimine sahip olan D4 nolu alaşımın 8 saatlik oksidasyon işlemi sonucu, fırın atmosferinin açık atmosfer olması halinde, ağırlığında 25.56 g/m²’lik bir artış olduğu görülmektedir. Aynı şartlarda fırın atmosferi olarak %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı kullanılması halinde 10.19 g/m²’lik bir artış, %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı kullanılması halinde 11.19 g/m²’lik bir artış ve %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı kullanılması halinde ise 7.72 g/m²’lik bir artışın olduğu görülmektedir. 500 °C’te ise bu alaşımda fırın atmosferinde açık atmosferin kullanılması halinde 45.48 g/m², %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımında 14.36 g/m², %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımında 23.16 g/m² ve %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımında 12.74 g/m²’lik bir artışın olduğu görülmektedir. D4 nolu alaşımda olduğu gibi aynı şartlar altında ağırlıkça lityum bileşimi %1.93 olan D7 nolu alaşımda oksidasyon sonucu meydana gelen ağırlık artış miktarları ise 450 °C’de açık atmosferde 15.52 g/m², %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımında 7.25 g/m², %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımında 8.65 g/m² ve %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımında 4.78 g/m²’dir. D7 nolu alaşım için

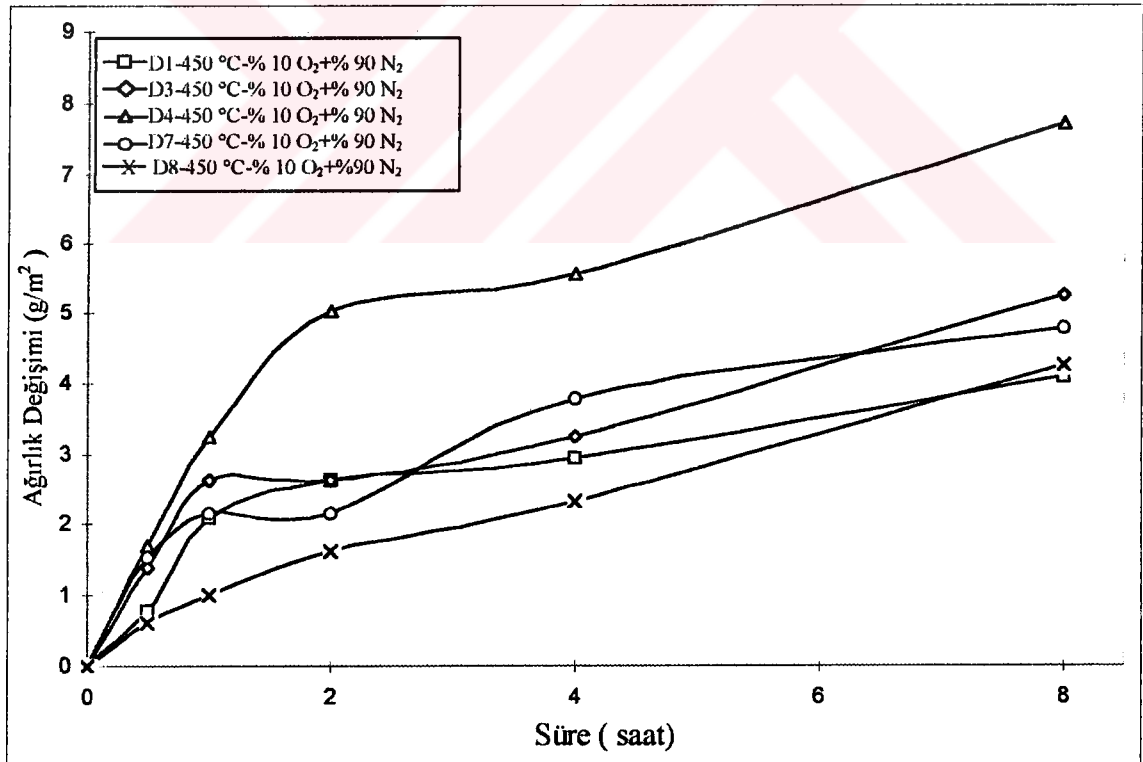


(a)



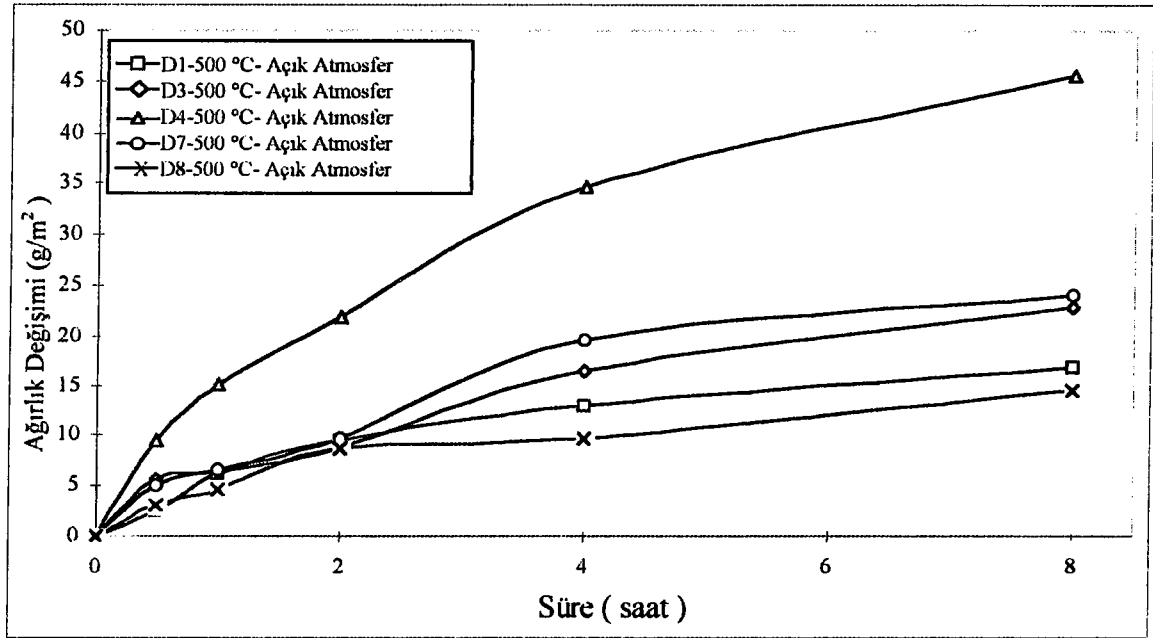


(c)

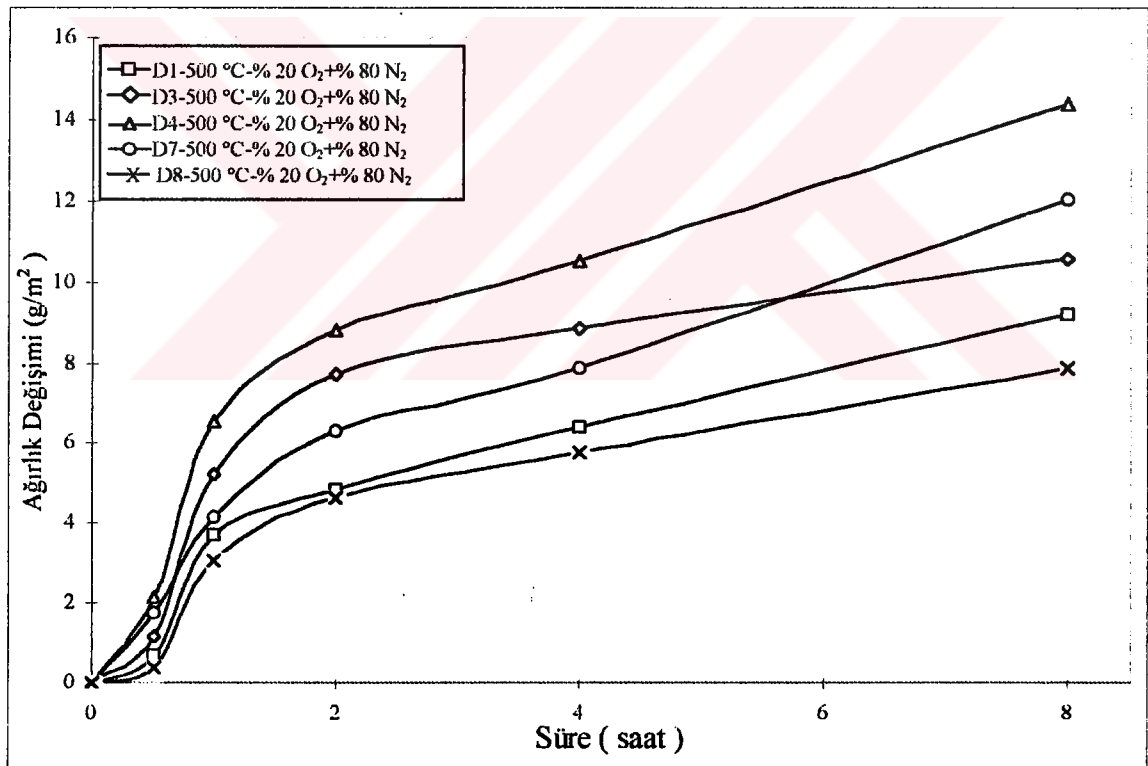


(d)

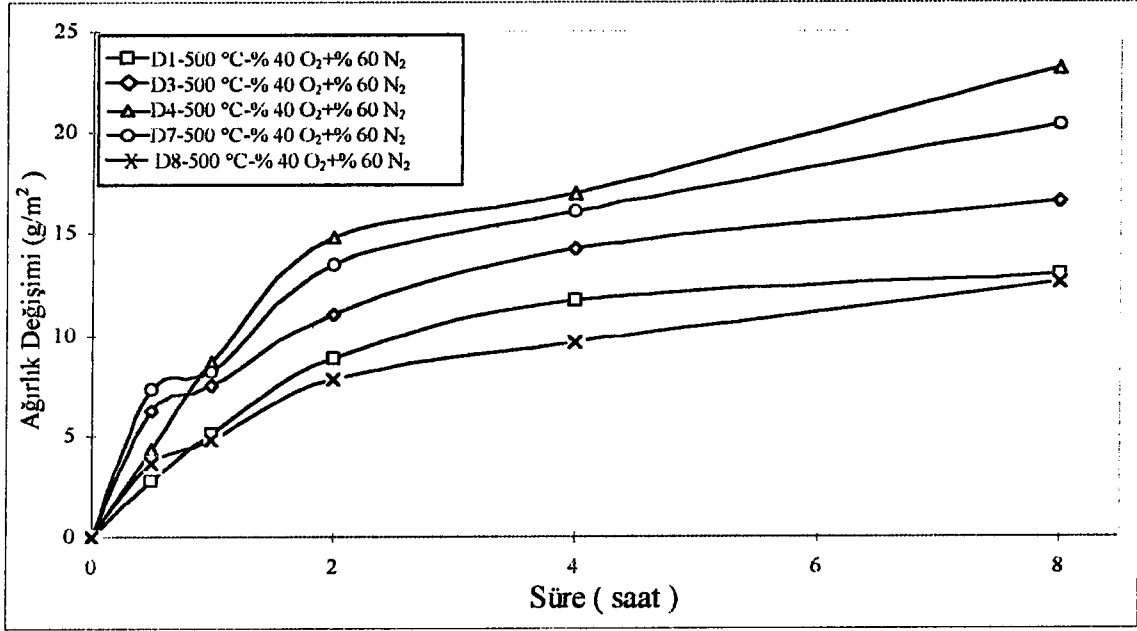
Şekil 7.7: Ağırlıkça Farklı %lityum Bileşimine Sahip Alaşımların 450 °C’de Farklı Atmosferlerde Zamana Bağlı Olarak Meydana Gelen Ağırlık Değişimleri
a) Açık Atmosfer b) %20 O_2 +%80 N_2 c) %40 O_2 +%60 N_2 d) %10 O_2 +%90 N_2



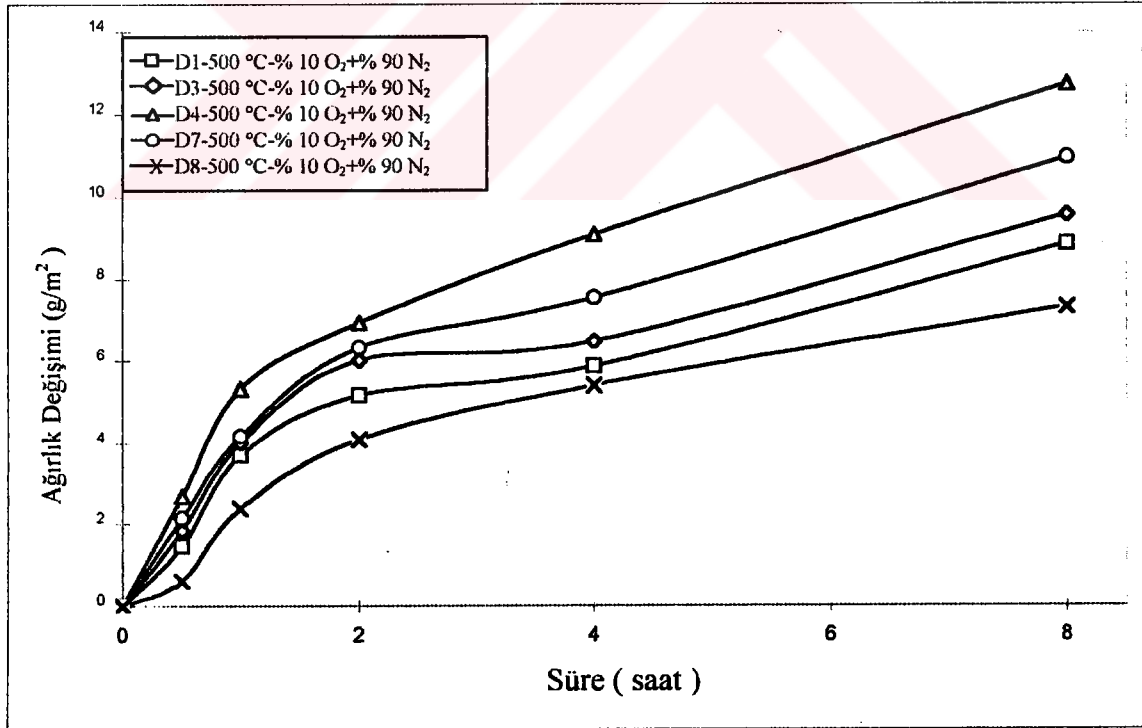
(a)



(b)



(c)



(d)

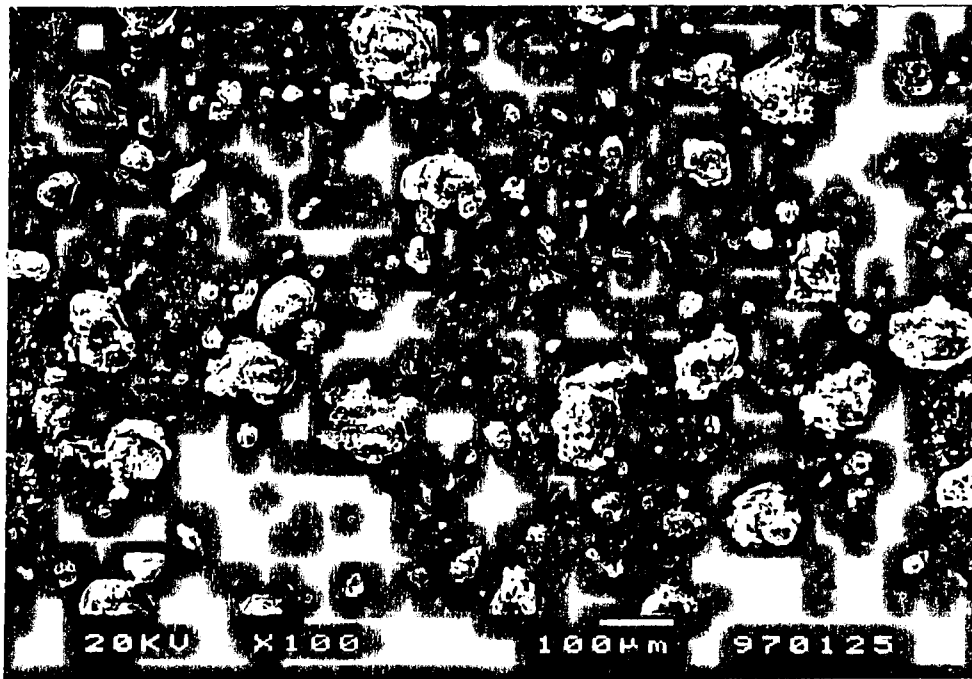
Şekil 7.8: Ağırlıkça Farklı %Lityum Bileşimine Sahip Alaşımların 500 °C’de Farklı Atmosferlerde Zamana Bağlı Olarak Meydana Gelen Ağırlık Değişimleri
a) Açık Atmosfer b) %20 O₂+%80 N₂ c) %40 O₂+%60 N₂ d) %10 O₂+%90 N₂

500°C'de meydana gelen ağırlık artış miktarları ise sırası ile 24.09 g/m², 12.04 g/m², 20.38 g/m² ve 10.96 g/m²'dir. Ağırlıkça lityum bileşimi ürettiğimiz alaşımlar içerisinde en düşük lityum bileşimine sahip olan D8 nolu alaşımda (%1.42) meydana gelen ağırlık artışına bakacak olursak 450 °C'de sırası ile 9.57 g/m², 3.86 g/m², 5.09 g/m², 4.24 g/m² ve 500 °C'de ise 14.60 g/m², 7.87 g/m², 12.58 g/m², 7.33 g/m² olduğu görülür.

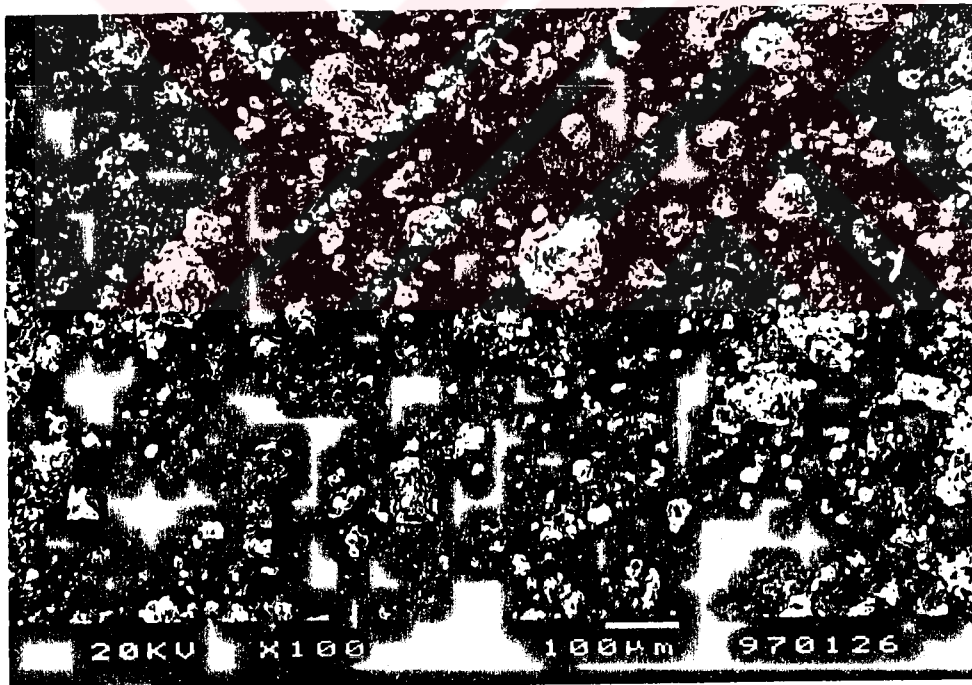
Deney sonuçlarından da anlaşılacağı gibi alaşımdaki lityum bileşimi artması alaşımda meydana gelen ağırlık değişimini de artırmaktadır. Bu da alaşımlarda lityumun oksidasyonla kayıp miktarının artışı anlamına gelir

Ağırlıkça farklı %lityum bileşimlerine sahip alaşımların yüksek sıcaklıklarda oluşan oksit tabakasının yapısını incelemek amacı ile farklı atmosferlerde ve sürelerde oksidasyon deneyine tabi tutulup yüzeylerinin taramalı elektron mikroskobu görüntülerinin resimleri çekilmiştir.

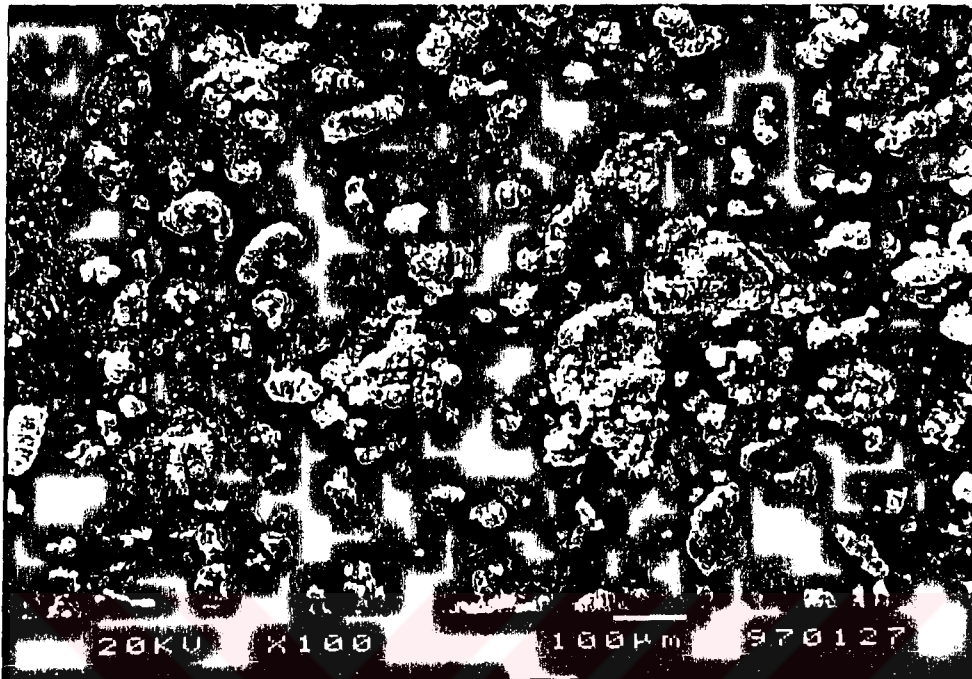
Ağırlıkça %1.42 lityum içeren D8 nolu alaşımın atmosfere açık fırın ortamında, 500 °C'de ve 0.5, 1, 2, 4 ve 8 saat süre ile oksidasyon deneyine tabi tutulduktan sonra taramalı elektron mikroskobu ile çekilen resimleri şekil 7.9'da görülmektedir. Ayrıca aynı alaşımın 450 ve 500 °C'de aynı ortamda 8 saat süre ile oksidasyona tabi tutulduktan sonra yüksek büyütmelelerdeki taramalı elektron mikroskobu resimleri şekil 7.10'da görülmektedir. Şekil 7.9'dan da görülebileceği gibi zamanın artışı ile birlikte oksit partikülleri kabalaşmaktadır. Zamanın ilerlemesi ile birlikte kabalaşan oksit tabakaları yüzeyde birbirleri ile birleşirler. Ancak bu birleşme tam olarak gerçekleşemez. Ayrıca oksit partiküllerini oluşturan küçük oksit pulcuklarının birbirleri ile olan birleşmeleri de tam değildir. Bu nedenlerden dolayı oluşan oksit tabakası poroz bir yapıdadır ve koruyucu özelliğe sahip değildir. Kabalaşan bu oksit partikülleri ilerleyen zamanla birlikte yeni bir oksit tabakası oluşturmaktadır. Yeni tabaka oluşuktan sonra yeniden bu tabakanın üzerinde oksit partikülleri oluşmaktadır. Yüksek büyütmelelerde oksit tabakasının yapısını incelediğimizde (şekil 7.10) bu tabakanın mercanimsi bir yapıya sahip olduğunu görmekteyiz. Bu tür bir oksit tabakasının koruyucu özelliğinin olması beklenemez. Böyle bir durumda da alaşımda lityum kaybı artan zamanla birlikte sürekli bir şekilde artar. Bu şartlar



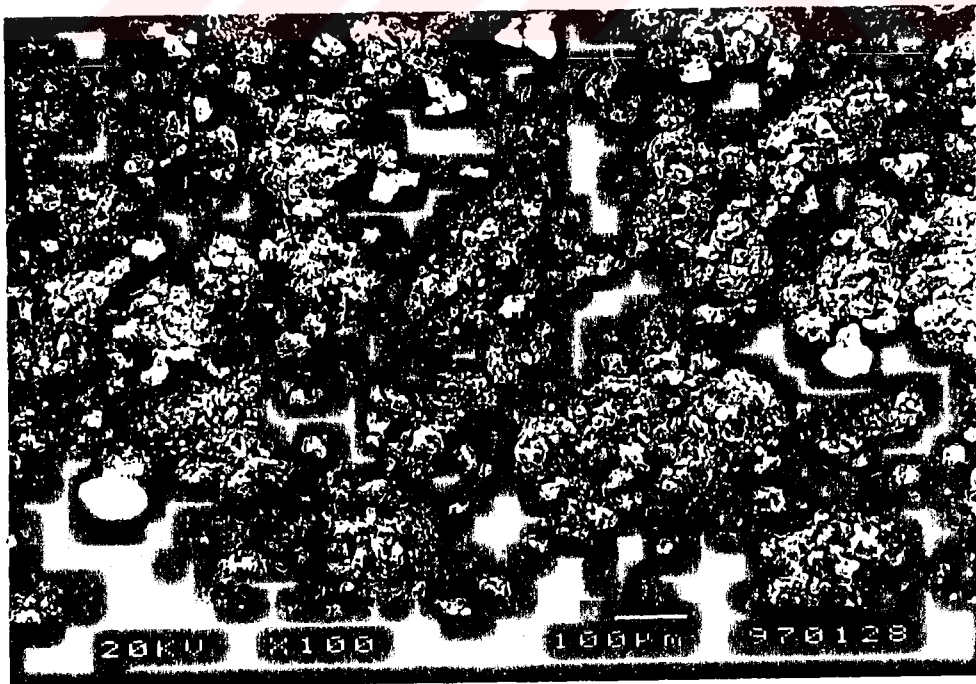
(a)



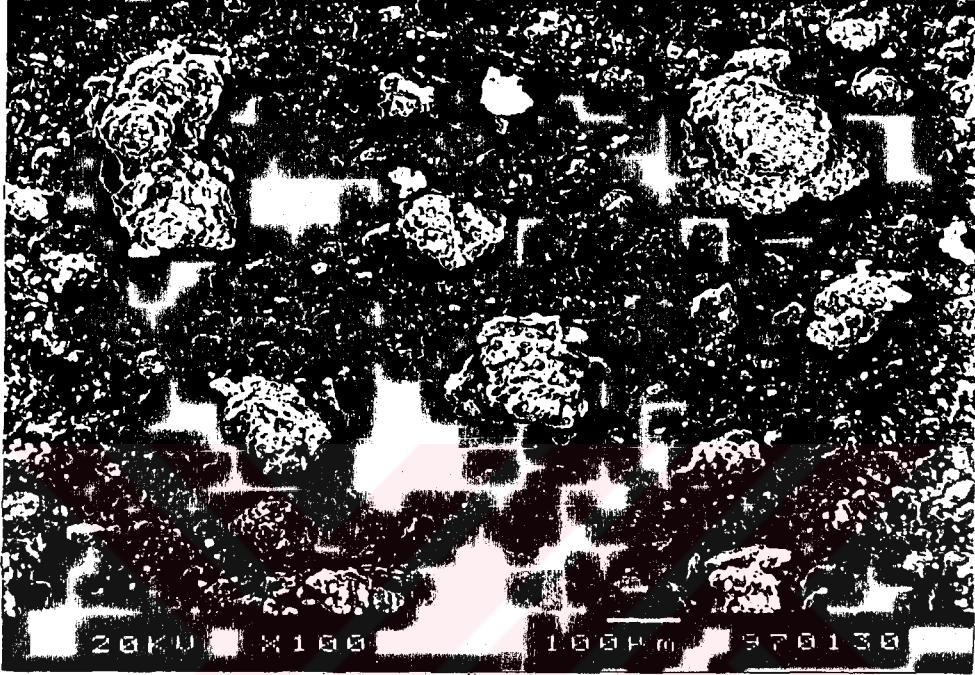
(b)



(c)

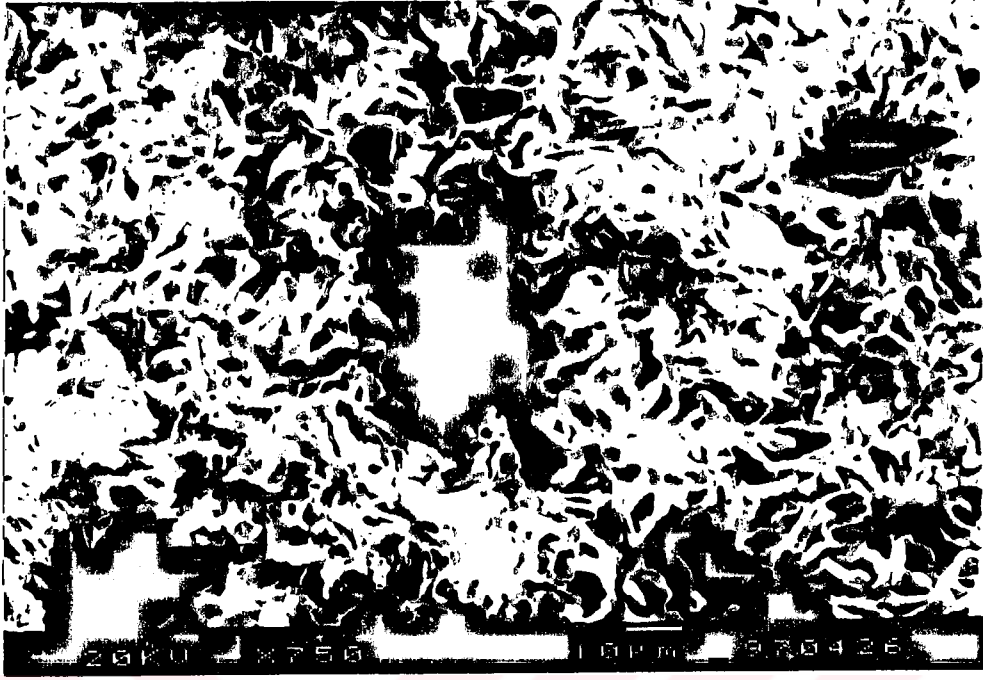


(d)



(c)

Şekil 7.9: Ağırlıkça %1.42 Lityum İçeren D8 Nolu Alaşımın 500 °C’de Atmosfere Açık Fırında Farklı Sürelerde Oksidasyonları Sonrası Yüzeyde Oluşan Oksit Tabakasının Taramalı Elektron Mikroskop Resimleri
a) 0.5 Saat b) 1 Saat c) 2 Saat d) 4 Saat e) 8 Saat



(a)



(b)

Şekil 7.10: Ağırlıkça %1.42 Lityum İçeren D8 Nolu Alaşımın Sekiz Saat Süre ile Atmosfere Açık Fırında Oksidasyonları Sonrası Yüzeyde Oluşan Oksit Tabakasının Taramalı Elektron Mikroskop Resimleri
a) 450 °C b) 500 °C

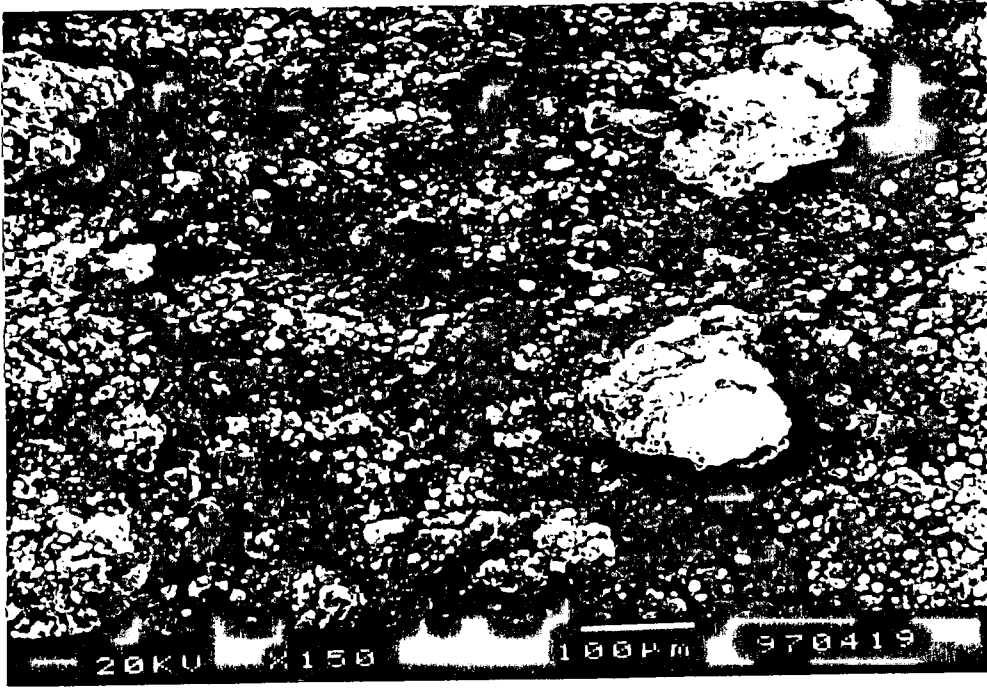
altında alaşımdan lityum kaybının lityumun matriks fazdaki difüzyonu ile sınırlı olduğunu söyleyebiliriz.

Ağırlıkça %2.64 lityum içeren D4 nolu alaşımın 500 °C'de 8 saat süre ile %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı ve %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımından oluşan fırın atmosferlerinde yapılan oksidasyon deneyleri sonrası yüzeyde oluşan oksit tabakasının taramalı elektron mikroskop resimleri şekil 7.11'de görülmektedir. Kullanılan fırın atmosferleri arasındaki tek fark gaz karışımındaki oksijenin % bileşim miktarıdır. Oluşan oksit tabakası mercanımsı bir yapıda gözenekli ve koruyucu özelliğe sahip değildir. %10 oksijen içeren gaz karışımının kullanıldığı fırın atmosferinde oluşan oksit tabakasının yapısı %40 oksijen içeren gaz karışımının kullanıldığı fırın atmosferinde oluşan oksit tabakasına benzememektedir. %10 oksijen içeren gaz karışımının kullanıldığı fırın atmosferinde oluşan oksit tabakasının yapısının katmanlaşmış levhacıklar şeklinde olduğunu görüyoruz ve bu oksit tabakasındaki gözeneklerinin daha ufak ve az miktarda olduğunu söyleyebiliriz.

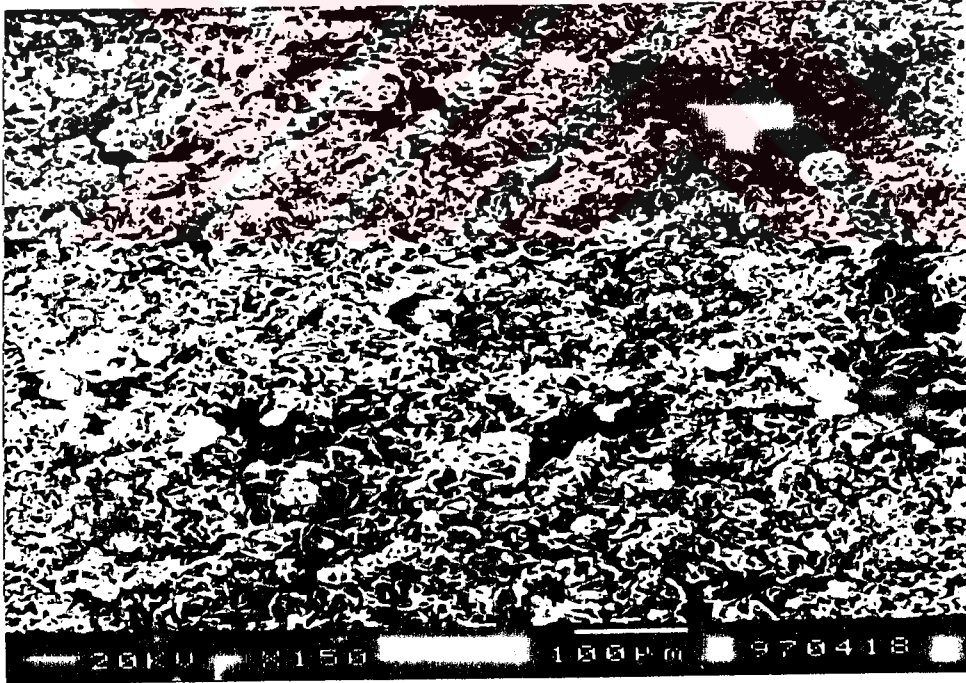
Ağırlıkça %2.64 içeren D4 nolu alaşımın %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımının kullanıldığı fırın atmosferinde 500 °C'de 2 saat ve 8 saat süre ile oksidasyon deneyine tabi tutulduktan sonra yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının taramalı elektron mikroskobu görüntüleri şekil 7.12'de görülmektedir. Bu resimlerden oksit partiküllerinin küçük pulcuklar şeklinde olduklarını ve bu pulcukların düzensiz bir şekilde kümeleştiklerini görüyoruz. Her oksit kümesi birbirinden bağımsız olarak büyümekte ve kümelerin birbirleriyle tam olarak bütünleşmeleri görülmemektedir. Bunun sonucu olarakta oluşan oksit tabakası gözenekli bir yapıya sahip olmakta ve koruyucu olma özelliğini yitirmektedir.

Oluşan oksit partiküllerinin düzensiz olarak birleşmeleri sonucu oluşan oksit tabakasının yüzeyi pürüzlü olur. Oksit tabakasının pürüzlü oluşu ve bu tabakanın kalınlığında bölgesel farklılıkların oluşumu nedeni ile numunelerde şekilsel bozulmalar meydana gelmektedir (şekil 7.13-7.14).

Ağırlıkça %1.56 lityum içeren D1 nolu alaşım ile ağırlıkça %1.93 lityum içeren D7 nolu alaşımın değişen fırın atmosferlerinde ve sıcaklıklarında zamana bağlı olarak

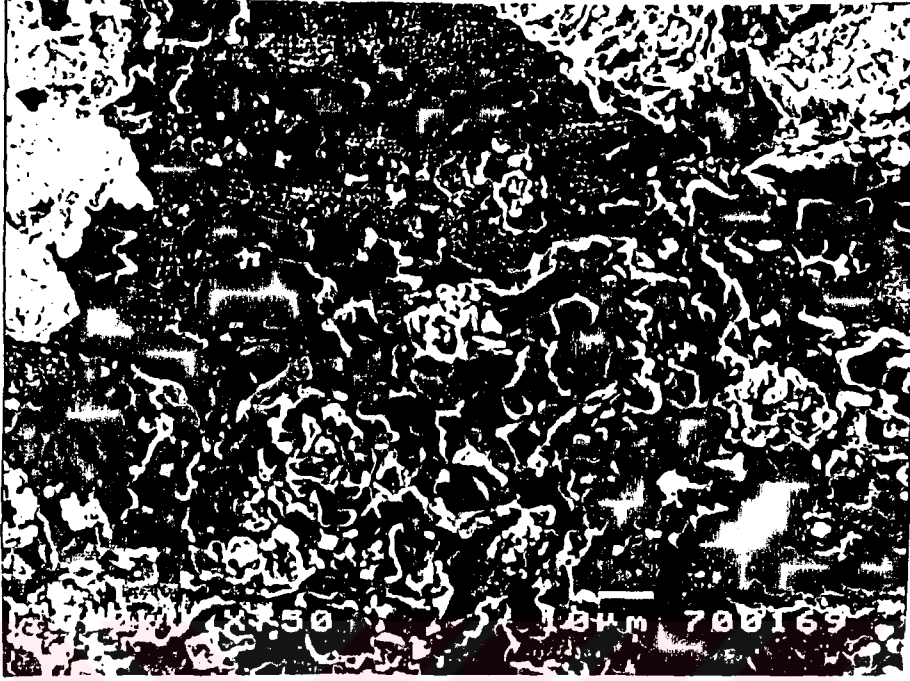


(a)

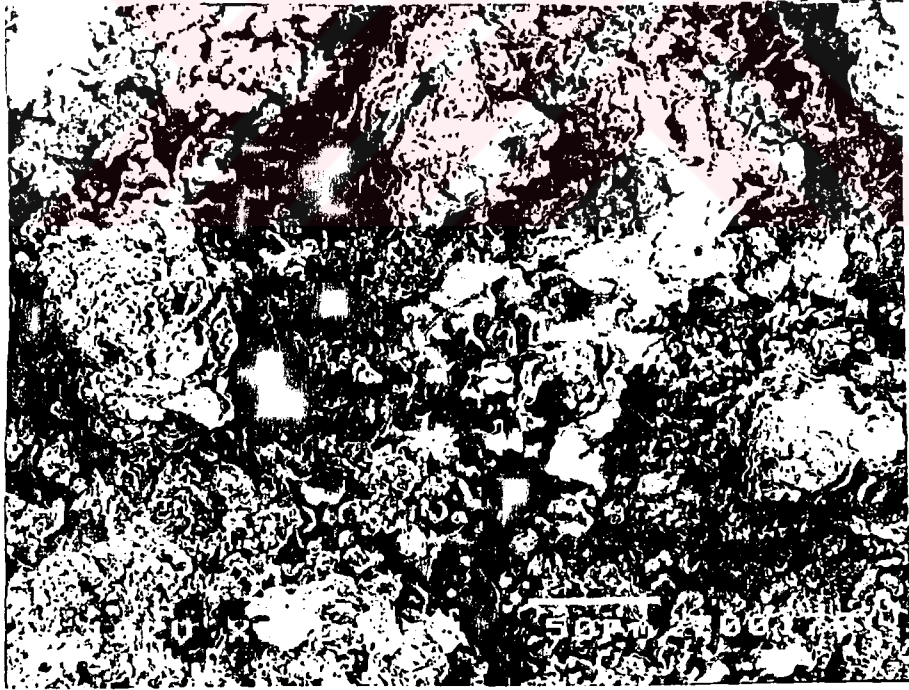


(b)

Şekil 7.11: Ağırlıkça %2.64 Lityum İçeren D4 Nolu Alaşımın 500 °C’de Sekiz Saat Süre ile Farklı Fırın Atmosferlerinde Oksidasyonları Sonrası Yüzeyde Oluşan Oksit Tabakasının Taramalı Elektron Mikroskop Resimleri
a) %10 O₂+%90 N₂ Gaz Karışımı b) %40 O₂+%60 N₂ Gaz Karışımı



(a)



(b)

Şekil 7.12: Ağırlıkça %2.64 Lityum İçeren D4 Nolu Alaşımın 500 °C'de %10 O₂+%90 N₂ Gaz Karışımının Kullanıldığı Fırın Atmosferlerinde Farklı Sürelerde Oksidasyonları Sonrası Yüzeyde Oluşan Oksit Tabakasının Taramalı Elektron Mikroskop Resimleri

a) 2 Saat

b) 8 Saat

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. .Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

yüzeylerinde oluşan oksit tabakasının nedeni ile görünüşlerinde meydana gelen değişimleri şekil 7.13 ve şekil 7.14’de görebiliriz. Şekillerden de görülebileceği gibi belirli bir ortamda zamanın ve sıcaklığın artışına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde renk değişiminin olduğu ve yüzeydeki bozulma miktarının arttığını görmekteyiz. Yüksek sıcaklıklarda alaşımın yüzeyinin çeşitli bölgelerinde meydana gelen renk değişim farklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde oksidasyon işlemine tabi tutulan alaşımların yüzeylerinde kabarcıkların oluşumu gözlenmektedir. Belirli bir sıcaklık, ortam ve süre şartlarında numunenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar da tespit edilebilmektedir. İki şekildeki resimler karşılaştırıldığında D7 nolu alaşımın daha yüksek ağırlıkça %lityum bileşimine sahip olması nedeni ile yüzeydeki bozulmalar ve renk değişimleri daha belirgin olduğunu görüyoruz. Tüm ortamlar için 250 ve 350 °C’de yapılan oksidasyon deneyleri sonucu alaşımların yüzeylerinde görülen renk değişimleri ve yüzey bozulma şekilleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 450 ve 500 °C’de yapılan deneyler sonucunda ise alaşımın yüzeyindeki renk değişimi ve yüzeyin bozulma miktarının en fazla atmosfere açık fırın ortamları kullanıldığında meydana geldiğini görüyoruz. Sırası ile bu bozulma miktarı %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımı, %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı, %10 O₂+%90 N₂ gaz karışımı fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumlarda azalmaktadır.

BÖLÜM 8

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

508 °C’de bir saat yirmi dakika süre ile çözeltiye alma ısıtma işlemine tabi tutulan alaşımların mikroyapıları incelenmiştir. Bu incelemelerin sonucunda alaşımların mikroyapısında dökümü sonrası oluşan kaba yapısal partiküllere rastlanmıştır. Alaşımın ısıtma işlemi geçişinde göz önünde tutulduğunda bu yapısal partiküllerin ısıtma işlemleriyle yok edilemeyeceği anlaşılmıştır.

Bu tez kapsamında kullanılan alaşımlar lityum içeriğindeki farklılıklar ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Alaşımların bileşimindeki ağırlıkça %lityum miktarının artışı ile birlikte yoğunlukta önemli düşüşler görülür.

Çözeltiye alma ısıtma işleminden sonra 180 C°’de altı saat süre ile yapay yaşlandırma ısıtma işlemine tabi tutulan alaşımlara uygulanan çekme deneyi sonucunda alaşımların akma mukavemeti, kopma mukavemeti, elastik %uzama miktarı ve kopmaya kadar olan %uzama miktarı tespit edilmiştir. Alaşımın lityum bileşimindeki artışa bağlı olarak akma ve kopma mukavemetlerinde bir düşme, % uzama miktarlarında da bir artma olmuştur.

Alaşımın lityum bileşimindeki artışa bağlı olarak yoğunluktaki bu önemli düşüş ve % uzama miktarlarındaki artışa rağmen mukavemet değerlerinde görülen düşüşler nedeni ile alaşımdaki lityum bileşimi sınırlandırılmalıdır.

Yüksek sıcaklıklarda yapılan oksidasyon deneyleri sonucunda alaşımların lityum bileşiminin, deney sıcaklığının, deney süresinin ve deneyde kullanılan fırın atmosferinin alaşımın yüzeyinde oluşan oksit tabakası miktarını değiştirerek alaşımda meydana gelen ağırlık artışını önemli oranda etkilemektedir. Ayrıca bu

deney parametreleri ile alaşımlarda lityumun oksidasyonla kaybı arasında doğrudan bir ilişki vardır.

Oksidasyon deneylerinde kullanılan tüm sıcaklık ve fırına atmosferi şartlarında deney süresinin artışı ile alaşımların yüzeyinde oluşan oksit tabakasının miktarı artmaktadır. Bunun sonucunda alaşımlarda meydana gelen ağırlık değişim miktarıda artmaktadır.

Oksidasyon deneylerinin yapıldığı tüm süre ve kullanılan fırın atmosfer şartlarında, deney sıcaklığının artışı ile alaşımların yüzeyinde oluşan oksit tabakasının miktarında önemli artışla görülür. Deney sıcaklığının artışı ile birlikte alaşımlarda oksidasyonla lityum kaybıda önemli oranda artmaktadır.

Oksidasyon deneylerinde kullanılan fırın atmosferinin gaz karışımında ki oksijen bileşiminin artışı ile birlikte alaşımlarda meydana gelen lityum kaybıda artmaktadır. 350 °C’de yapılan oksidasyon deneylerinde ağırlık artışının en fazla %40 O₂+%60 N₂ gaz karışımının fırın atmosferi olarak kullanıldığı durumda gerçekleşmiştir. Bu sıcaklıkta %20 O₂+%80 N₂ gaz karışımı ve açık atmosferin kullanıldığı zaman meydana gelen ağırlık değişimleri ise birbirlerine çok yakındır. 450 ve 500 °C’de yapılan deneylerde ise ağırlık artışının en fazla açık atmosferin kullanıldığı fırın şartlarında gerçekleşmektedir. Diğer fırın atmosfer şartlarında ise gaz karışımındaki oksijen konsantrasyonunun artışına bağlı olarak alaşımlarda meydana gelen ağırlık artışıda yükselmektedir. Bura durumda açık atmosferin kullanılması ile alaşımlarda meydana gelen lityum kaybının diğer ortamlarda görülen lityum kaybına göre daha yüksek olduğunu söylememiz yanlış olur. Bu durum yüksek sıcaklıklarda açık atmosferin (nemli hava) kullanıldığı durumlarda oluşan oksit ürünleri ile kuru atmosferlerde (%40 O₂+%60 N₂, %20 O₂+%80 N₂, %10 O₂+%90 N₂) oluşan oksit ürünlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Oksidasyon deney şartlarına bağlı olarak alaşımların yüzeylerinde öncelikle birbirleri ile düzensiz bir şekilde birleşmiş pulcuklar şeklindeki oksit partikülleri oluşur. Deney süresinin ilerleyişi ile bu oksit partiküllerinde büyüme gözlenir. Büyüyen oksit partikülleri daha sonra birleşirler, ancak bu birleşme tam olarak gerçekleşmez. Bu oluşumların sonucunda oksit partikülleri ve oksit partiküllerini meydana getiren

oksit pulcukları arasında boşluklar oluşur. Bu nedenle oluşan oksit tabakası gözenekli ve koruyucu özelliğe sahip değildir. İlk oluşan oksit tabakasının üzerinde sürenin ilerlemesi ile yeni oksit partikülleri oluşur ve oksit tabakasının oluşumu zincirleme bir şekilde devam eder. Oluşan oksit tabakasının yüzeyi düz değildir.

Alaşımın yüzeyinde oksit tabakalarının oluşumu sonucu bozulmalar gözlenmektedir. Sürenin ve sıcaklığın artışı ile birlikte alaşım yüzeyindeki bozulmalar da artar. Bunun sonucunda yüzey görünüş renklerinde de farklılıklar görülür. Alaşımların yüzeylerinde görülen oksit tabakasının kalınlığında bölgesel farklılıklar meydana gelir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda ve sürelerde alaşımların yüzeylerinde kabarcıklar oluşmaktadır.



REFERANSLAR

- [1] **L. C. Zhang, A. Q. He, H. Q. Ye, Y. C. Zhang** "A high Resolution Electron Microscopic Study of the Microstructure in Rapidly Solidified Al-Li-Cu-Mg-Zr Alloys" *Journal of Materials Science*, p.224-231, (1996)
- [2] **Nack J. Kim** "Structure and Properties of Rapidly Solidified Al-Li-Cu-Mg-Zr Alloys with a High Zirconium Content" *Materials Science and Engineering A*, s.103-110, (1992)
- [3] **M. Sugmata, C. P. Blankenship, Jr. and E. A. Starke, Jr.** "Predicting Plane Strain Fracture Toughness of Al-Li-Cu-Mg Alloys" *Materials science and Engineering A*, s.1-10, (1993)
- [4] **U. Ramamurty, A. Bandyopadhyay, E. S. Dwarakadasa** "Effect of Heat Treatment Enviroment on Li Depletion and on Mechanical Properties in Al-Li Alloy Sheets", *Journal of Materials Science*, s. 6340-6346, (1993)
- [5] **K. Wefers, F. A. Mozelewski** "Surface Chemistry of Al-Li-Cu Alloy" *Aluminium* Vol.64 No.3, s.295-301, (March 1988)
- [6] **K. S. Kumar, S. A. Brown, and J. R. Pickens** "Effect of a Prior Stretch on the Aging of an Al-Cu-Li-Ag-Mg-Zr Alloy" *Martin Marietta Laboratories Final Report*
- [7] **E. .J. Lavernia, T. S. Srivatsan, F. A. Mohamed** "Review: Strength, Deformation, Fracture Behaviour and ductility of Aluminium-Lithium Alloys" *Journal of Materials Science*, s.1137-1158, (1990)
- [8] **P.Meyer and B.Dubost** "Production of Aluminium-Lithium Alloy with High Specific Properties" *Aluminium-Lithium Alloys III Proceedings of the Third Aluminium-Lithium Conference*, s. 37-46, (8-11 July 1985)
- [9] "Aluminum-Lithium Alloys" *Metals Handboks Vol.2 Tenth Edition* s.178-199

- [10] **W. S. Miller, A. J. Cornish, A. P. Titchener and D. A. Bennett** "Development of Lithium-Containing Aluminium Alloys for the Ingot Metallurgy Production Route" Aluminium-Lithium Alloys II Proceedings of the Second Aluminium-Lithium Conference, s.335-362, (12-14 April 1983)
- [11] **A. P. Divecha, S. D. Karmarkar** "Casting Problems Specific to Aluminium-Lithium Alloys" Aluminium-Lithium Alloys I Proceedings of the First Aluminium-Lithium Conference, s. 49-62, (19-21 May 1980)
- [12] **N. J. Kim, D. J. Skinner, K. Okazaki and C. M. Adam** "Development of Low Density Aluminum-Lithium Alloys Using Rapid Solidification Technology" Aluminium-Lithium Alloys III Proceedings of the Third Aluminium-Lithium Conference, s.78-84, (8-11 July 1985)
- [13] **R. F. Ashton, D. S. Thompson, E. A. Starke and F. S. Lin** "Processing Al-Li-Cu-(Mg) Alloys" Aluminium-Lithium Alloys III Proceedings of the Third Aluminium-Lithium Conference, s.66-77, (8-11 July 1985)
- [14] "Heat Treating, Cleaning and Finishing", Metals Handbook, vol.2, 8th Edition (1964)
- [15] **T. H. Sanders, E. A. Starke** "Overview of the Physical Metallurgy in the Al-Li-X Systems" Aluminium-Lithium Alloys II Proceedings of the Second Aluminium-Lithium Conference, s.1-16, (12-14 April 1983)
- [16] **K. S. Kumar, S. A. Brown, and J. R. Pickens** "Microstructural Evolution During aging of an Al-Cu-Li-Ag-Mg-Zr Alloy" Martin Marietta Laboratories Final Report
- [17] **E. Agyekum, W. Ruch, E. A. Strake Jr, S. C. Jha and T. H. Sanders Jr**, "Effect of Precipitate Type on Elastic Properties of Al-Li-Cu and Al-Li-Cu-Mg Alloys" Aluminium-Lithium Alloys III Proceedings of the Third Aluminium-Lithium Conference, s.448-454, (8-11 July 1985)
- [18] "Metallography, Structures and Phase Diagrams", Metals Handboks Vol.8, Tenth Edition, s.262
- [19] **K.S. Kumar, H. B. McShane, and T. Sheppard** "Influence of Low Additions of Copper on Properties of Al-Li-Mg-Zr Alloy" Materials Science and Technology, vol.9, (1993)

- [20] **W. A. Averill, D. L. Olson, D. K. Matlock and G. R. Edwards** "Lithium Reactivity and Containment" Aluminium-Lithium Alloys I Proceedings of the Firstd Aluminium-Lithium Conference, s. 9-28, (19-21 May 1980)
- [21] **J. M. Papazian, R. L. Schulte, P. N. Adler** "Lithium Depletion during Heat Treatment of Aluminum-Lithium Alloys", Metallurgical Transaction A, s.635-643, (April 1986)
- [22] **K. K. Soni, D. B. Williams, D. E. Newbury, G. Gillen, P. Chi, D. S. Bright** "Compositional Changes in Aluminum-Lithium-Base Alloys Caused by Oxidation", Metallurgical Transaction A, s.2279-2288, (October 1993)
- [23] **S. Fox, H. M. Fowler and D. S. McDermid**, "Oxidation Induced Solute Depletion in Al-Cu-Mg-Li Alloys", Scripta Metallurgica, vol.20, s.71-74, (1986)
- [24] **D. J. Field, E. P. Butler and G. M. Scamans**, "High Temperature Oxidation Studies of Al-3wt%Li, Al-4wt%Mg and Al-3wt%Li-2wt%Mg Alloys". Aluminium-Lithium Alloys I Proceedings of the Firstd Aluminium-Lithium Conference, s. 325-346, (19-21 May 1980)
- [25] **A. Altmışoğlu, H. Çakır, A. Ceylan ve Ç. Kestir**, 'Al-Cu-Xli Alaşımlarında Mikroyapı ve Faz Özellikleri', 9. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, cilt.II, s. 1323-1328, (11-15 Haziran 1997)
- [26] **D.J. Field, G.M. Scamans, and E.P. Butler** Aluminum-Lithium Alloys II, op. Cit.,s. 657-66 in[22]

ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin ÇAKIR 1971 yılında Malatya’da doğmuştur. Lise eğitimini 1988 yılında Kağızman Lisesi’nde tamamlamıştır. 1989-90 eğitim ve öğretim yılında İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji Bölümü’ne kaydını yaptırmıştır. 1994 yılında bu bölümden Metalurji Mühendisi unvanı ile mezun olmuştur. 1994 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı Malzeme Programında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

