

Üretim Teknolojilerinin Verimlilik Karşılaştırılması: Alüminyum Levha İmalat Uygulaması¹

Ahmet Melih EYİTMİŞ

Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü
a_melih@hotmail.com

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-7689>

Rahmi BİLGİNER

Bilim Uzmanı,
rbilginer_1907@hotmail.com

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2273-9140>

Öz

İşletmelerin iktisadi hayatta var olabilmelerinin öncelikli şartı, küreselleşme ve teknolojik gelişmelere bağlı olmak kaydıyla rekabet güçleri ile belirlenmektedir. Bu kapsamda işletmelerin kısıtlı kaynaklarla üretimi planlayarak, kendilerine rekabet avantajı sağlayacak önlemler almaları gerekmektedir. Buradan yola çıkarak, bu araştırmada Kahramanmaraş'ta alüminyum levha işleme işi ile uğraşan bir işletmenin verimliliğinin artırılması ile ilgili sonuçlar elde etmek amaçlanmıştır. İlk olarak yazın taraması gerçekleştirilmiş ve yazındaki çalışmaların ışığında yalın üretim modelinin benimsenmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak yapılan değişikliklerin işletmenin verimliliğinde önemli katkılar ortaya koyduğu gözlenmiştir. Nitekim uygulama öncesinde döküm için kullanılan süre ortalama 15 saatken 10,5 saate kadar azalması sağlanmıştır. Mamul çıktıları bakımından incelendiğinde, uygulama öncesinde her dökümde 250 birim mamul elde edilebilirken, uygulama sonucunda 370 birime kadar artışlar gözlenmiştir. Yine uygulama öncesinde 4000 kg toplam çıktı miktarı elde edilebilirken, uygulama sonucunda 5920 kg üretim gerçekleştirilebilir hale gelmiştir. Bütün bunların yanında klasik döküm şarj işlemlerinde 6 saat gibi bir toplam çalışma süresi mevcutken, yapılan döner sistem ile 3,2 saate kadar düşen

¹ Makale Geliş/Kabul Tarihi: 11.06.2020 / 17.07.2021

Künye Bilgisi: Eytmiş, A. M. ve Bilginer, R. (2021). Üretim teknolojilerinin verimlilik karşılaştırılması: alüminyum levha imalat uygulaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 1204-1217. DOI: 10.33437/ksusbd.751766.

süreler gözlenmiştir. Son olarak, konu ile ilgilenebilecek araştırmacıların kullanabilecekleri bir takım araştırma önerisinde de bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Üretim, Verimlilik, Alüminyum, Döküm.

Productivity Comparison of Production Technologies: Aluminum Sheet Manufacturing Application

Abstract

The primary condition for the existence of enterprises in economic life is determined by their competitiveness provided that they depend on globalization and technological developments. In this context, enterprises should take measures to provide competitive advantage by planning production with limited resources. From this point of view, in this research, it is aimed to obtain results about increasing the efficiency of a company dealing with aluminum sheet processing business in Kahramanmaraş. Firstly, the literature review was carried out and in the light of the studies in the literature, it was revealed that the lean production model should be adopted.

As a result, it has been observed that the changes made have significant contributions to the productivity of the enterprise. As a matter of fact, the time used for casting was reduced from 15 hours to 10.5 hours on average. When examined in terms of product outputs, 250 units of products can be obtained before the application, while the application increases up to 370 units. Again, the total output amount of 4000 kg before the application can be achieved, 5920 kg production has been made as a result of the application. In addition to all of these, while the casting process has a processing time of 6 hours, it has been observed that up to 3.2 hours have been observed with the rotary system. Finally, a number of research proposals have been made available to researchers who may be interested in the subject.

Keywords: Production, Productivity, Aluminum Sheet Manufacturing.

GİRİŞ

İşletmeler toplumsal yaşantı ile birlikte insanların gereksinimlerinin her geçen gün artış göstermesine paralel üretim kapasitelerini arttırmaktadır. Ancak verimsiz çalışan işletmeler globalleşen rekabet ortamında mevcut pazar paylarını koruyamamakta veya daha da kötüsü işletmelerinin hayatını durdurmak zorunda kalmaktadırlar. Dünyada yaşanan teknolojik gelişmelere paralel mal ve hizmet

üretiminde dengeler değişmekte, verimli ve global işletmelerin kârlarını arttırmak için yeni pazarlara açılması kaçınılmaz hale gelmektedir.

Bu şartlarda küçük ya da büyük işletmelerin yapması gereken en temel şey üretim süreçlerini sürekli olarak gözden geçirmeleri ve fazladan yapılan işlemleri azaltıp, teknolojilerini iyileştirerek verimliliklerini arttırmaktır.

Teoride yeni teknolojilerin verimliliği arttıracığı (Karadal ve Türk, 2008: 69; Gürler ve Güler, 2009: 626) sürekli olarak vurgulanan bir unsurdur. Bu çalışma ile uygulamada yaşananlarla teorinin uyumluluğu karşılaştırılmak istenmektedir. Bu amaçla Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir alüminyum levha işleme tesisindeki süreçlerin tümü incelenerek gerekli üretim, işçilik ve diğer kayıtlar tutulmuştur. Benzer bir inceleme süreci yeni teknolojinin adaptasyonundan sonrada gerçekleştirilerek iki sürecin karşılaştırılması sağlanmıştır. Bütün bu çabalar neticesinde işletmenin üretim kapasitesi ve verimliliği ile ilgili gerekli değerlendirmeler yapılarak sonuçlar raporlanmıştır.

Sonuç olarak, işletmenin verimliliği ile ilgili hem çıktı miktarının maksimize edilmesi, hem de girdilerin minimize edilmesi hususlarında önemli katkılar sağlanmıştır. Yazındaki çalışmalarla kıyaslandığında bu kadar somut iyileştirme rakamlarının elde edildiği araştırmaların kısıtlı olduğu gözlemlendiği için bu çalışma ile yazına önemli bir katkı gerçekleştirildiği düşünülmektedir. Çalışmanın sonuç ve tartışma kısmında bu tür çalışmalar yürütecek olan araştırmacılara birtakım araştırma önerileri de sunulacaktır.

VERİMLİLİK

Verimlilik kavramını kısaca üretime katılan girdilerin (emek, sermaye, doğal kaynaklar, hammaddeler vb.) ve üretim sonucu elde edilen çıktıların (mal ve / veya hizmet) arasındaki oran olarak tanımlamak mümkündür (Kobu, 2005: 39; Kağnıcıoğlu, 2018: 46). Verimliliğin; ürün ve hizmet yaratmak için, kaynakların etkin ve yararlı kullanım derecesi olduğu da söylenebilir. En yaygın tarifiyle verimlilik, üretime katılan üretim faktörleri ile üretimden elde edilen hasıla arasındaki oran olarak ifade edilmektedir (Zaim, 1997: 291).

Küreselleşme ile birlikte işletmelerin rekabet ortamları farklılaşmış, hammadde, işçilik ve sermaye kaynaklarının da kısıtlı olması nedeniyle verimlilik üzerine daha fazla yoğunlaşmalarına neden olmuştur. Günümüzde işletmelerin temel sorunları arasında, piyasa koşullarına uygun üretim yapmak amacıyla mevcut kaynaklardan azami ölçüde yararlanarak kârı maksimum kılacak üretim planlarının hazırlanması önemli bir yer tutmaktadır (İpekten, 2012: 182).

Verimliliğin artırılması için girdilerle çıktılarının sürekli incelenmesi gerekmektedir. Üretimde kullanılan faktörlerin devamlı olarak gözetilmesi işletmenin verimliliği açısından önemli katkılar sağlamaktadır. Bu katkılar şu şekilde sıralanabilmektedir (Ustasüleyman, 2001: 13):

- Emeğin verimliliğinin sağlanması,
- Makina ve teçhizatın veriminin artırılması,
- Hammadde ve malzemenin performansının artırılması,
- Organizasyon kabiliyetinin artırılması,
- Kapasitenin artırılması,
- Kuruluş yerinin seçimi,
- TKY uygulamalarının yapılması.

Verimliliği artırmak için kullanılabilecek teknikleri ise genel olarak; teknoloji esaslı teknikler, makine esaslı teknikler, iş esaslı teknikler, kalite esaslı teknikler, personel esaslı teknikler ve yönetim olarak sıralamak mümkündür (Korucuk, 2019: 221). Bu çalışmada karşılaştırılması yapılan verimliliği arttırmak için kullanılan teknik ise teknoloji esaslı teknikler içerisinde sayılabilir. Teknolojik geliştirme bir üretim etkinliğinde kullanılan teknik ve yöntemin, bu yöntemin sonucunda ortaya çıkarılan ürünün ve bu ürünün kullanım şekliyle ilgili olarak yapılan her tür yeniliği kapsar (Tutar, 2012:263). Eski teknoloji yerine verimliliği arttıracığı düşünülen yeni teknoloji üretim sistemine adapte edilmiş ve verimlilik her iki durumda ölçülmüştür.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu çalışmanın başlangıç noktasını, yeni teknolojik üretim tekniklerinin verimliliği arttırıp arttırmayacağını incelemek oluşturmaktadır. Bu amaçla bir Alüminyum levha imalat fabrikasında eski teknoloji ve yeni teknoloji fırınların verimlilik üzerine etkisi kantitatif olarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Araştırma verileri tamamen üretim kayıtlarının sürekli olarak kaydedilmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir.

Araştırma verileri gözleme dayalı elde edilmesine rağmen nümerik olması nicelik analizinin yapılmasına olanak sağlamıştır. Araştırma verileri iki farklı dönemde elde edildiği için wilcoxon testi yapılması uygun görülmüştür. Aynı veri kaynağından (aynı birimler) elde edilmiş olan iki ölçüm sonuçları arasında farklılık olup olmadığını test eden wilcoxon testi tekrarlanan değerler için kullanılmaktadır. Araştırmaya konu örneklem iki durumda ya da iki farklı koşulda ölçülüyorsa, Wilcoxon Signed Rank Testi kullanılabilmektedir (Kalaycı, 2005: 104; Karagöz, 2016: 620; Field, 2018: 406). Wilcoxon testinin seçilmesinin

ikinci nedeni ise elde edilen örneklem büyüklüğüdür. Çok küçük örneklem için ve datanın, parametrik tekniklerin varsayımlarına uygun olmadığı durumlarda parametrik olmayan teknikler daha kullanışlıdır (Kalaycı, 2005:85).

Evren ve Örneklem

Araştırma Alüminyum ergitme ocağının bulunduğu bir fabrikada gözlem yoluyla gerçekleştirilmiştir. Üretim süreçlerinin gerçekleştirilmesinde 3 vardiyalı bir sistem izlenmiş olup, işletmenin personel sayısı tam kapasite faaliyette olduğu dönemlerde 55 kişiden oluşmaktadır. Bunların 49'u mavi yakalı olarak imalatta görev almaktadır. İşletmenin üretim sistemi atölye ve yarı seri üretim sistemi olarak sınıflandırılabilir.

Veri Toplama Araçları ve Süreci

Veriler gözlem ve belgesel kaynak toplama yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. İşletmenin üretimini yapmış olduğu ürünlerin üretiminde 4 ana süreç bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; ergitme ve döküm, haddeleme, kesim, tavlama (homojenleme) dir. Uygulamanın esas inceleme konusu olan ergitme ve döküm sürecinde, halen aynı sektörde çalışan atölyelerin kullandığı, ergitme ve döküm süreçlerinde sabit reverber tipi ergitme döküm ocağı verileri on iki ay kayıt altına alınmıştır. Aynı fabrikanın devletin kullandığı teşviklerden de yararlanarak aldığı yeni nesil döner reverber ergitme döküm ocağı verileri de on iki ay boyunca toplanarak bu veriler karşılaştırılmıştır. Söz konusu karşılaştırmada bu iki tip ergitme ocağının alüminyum üretiminde ton başına şarj ve döküm süresi, ton başına iş gücü (çalışan saat) ihtiyacı, ton başına yakıt tüketimi verileri karşılaştırılarak döküm sürecinin verimliliği karşılaştırılmıştır

Araştırmanın Hipotezi

Araştırma gözlem yapılarak gerçekleştirilse bile elde edilen nicel değerler istatistikî paket programlar yardımıyla analiz edilerek iki farklı dönem verileri arasında olumlu ya da olumsuz gelişmenin varlığı analiz edilmiştir. Araştırma için ergitme ocaklarının kullanıldığı alüminyum işleme tesisi seçilmiştir. İki dönem olarak teknolojik yenilik öncesi ve sonrasında 12 aylık veriler toplanmıştır.

Araştırmanın temel hipotezi ve alt hipotezler şu şekilde kurgulanmıştır:

H1: Teknolojinin yenilenmesi işletmenin üretim verimliliğini artırır.

H1a: Teknolojinin yenilenmesi işlem hazırlık sürecini kısaltır.

H1b: Teknolojinin yenilenmesi döküm işlem sürecini kısaltır.

H1c: Teknolojinin yenilenmesi enerji tüketimini değiştirmez.

H1d: Teknolojinin yenilenmesi üretim artışını sağlar.

Araştırma Bulguları

Araştırma verileri gözlem yöntemi ile elde edilmiştir. Sistemde öncelikle eski teknoloji makine verileri bir yıl kayıt altına alınmış, ardından yeni teknoloji makinenin çıktuları aynı şekilde bir yıl kayıt altına alınmıştır. Her iki gözlem süresinde on iki gözlem gerçekleştirilerek araştırma hipotezi için gerekli veriler toplanmıştır.

Döküm Hazırlık İçin Harcanan İşçilik Saati Karşılaştırması

Tablo 1. Döküm İçin Alınan 12 Aylık Veriler

Aylar	Uygulama Öncesi (Klasik)	Uygulama Sonrası (Döner)
Ocak	800,8	566,8
Şubat	806	572
Mart	795,6	561,6
Nisan	790,4	556,4
Mayıs	780	546
Haziran	769,6	535,6
Temmuz	764,4	530,4
Ağustos	754	520
Eylül	759,2	525,2
Ekim	769,6	535,6
Kasım	780	546
Aralık	790,4	556,4
Ortalama	780	546

Söz konusu iki ocak şarj sürecinde iş gücü (çalışan saat ihtiyacı) açısından karşılaştırıldığında, sabit reverber ocağında şarj sürecinde ton başına 6 çalışan saat ihtiyacı mevcutken, döner reverber ocağında ton başına 3,2 adam saat ihtiyacı duyulmaktadır. Bunun en önemli sebebi, döner ergitme ocağının ergitme esnasında karıştırma yaparak ergitme sürecini hızlandırmasıdır. Bunu ise kendi eksenini etrafında dönerken beton mikserinin karıştırma işleminin benzeri bir karıştırma yapıldığından ötürü sabit ocakta şarj sürecinde üç personele ihtiyaç duyulurken, döner ergitme ocağında iki personel yeterli olmaktadır.

İşletmenin standart döküm işlemleri hazırlık süreleri sürekli kayıt altına alınmış ve hem eski döküm hem de yeni döküm işlemlerine ait veriler Tablo 1’de bir araya getirilmiştir. Tablodaki veriler 26 gün çalışılma esasına göre günde çift döküm işlemi gerçekleşme usulüne göre hesaplanmıştır.

Tablo 2. Klasik ve Döner Döküm İşlemi Hazırlık Farklılıklarının İstatistiksel Olarak Analizi

	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif sıra	12	6,5	78		
Pozitif sıra	0	0,00	0,00	-3,464	0,001
Eşit	0				

Tablo 2.'de uygulama öncesi klasik döküm işlemi ile döner döküm işlemleri arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığına ilişkin test sonuçları yer almaktadır. Veriler iki farklı zamanda elde edildiği için yapılan Non-Parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Mertebeler Testi sonucunda sıralamalar ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Söz konusu farklılık, döner ocak sistemi lehine gerçekleşmiştir. Yani, grup uygulamaları sonunda döner döküm grubuna ait veriler anlamlı biçimde azalmıştır. "H1a: Teknolojinin yenilenmesi işlem hazırlık sürecini kısaltır" hipotezi kabul edilmiştir.

İki Teknolojinin Döküm Süresine İlişkin Karşılaştırması

İşletmenin standart döküm işlemleri için kullanılan işçilik saati zaman çizelgeleri yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Veriler bir ay 26 gün olarak hesaplanmıştır. Bu işletmede günde çift döküm işlemi gerçekleştirilmektedir.

Tablo 3. Döküm Süresi İçin Alınan 12 Aylık Veriler

Aylar	Uygumla Öncesi (Klasik)	Uygulama Sonrası (Döner)
Ocak	265,2	187,2
Şubat	270,4	192,4
Mart	265,2	187,2
Nisan	260	182
Mayıs	254,8	176,8
Haziran	254,8	176,8
Temmuz	254,8	176,8
Ağustos	249,6	171,6
Eylül	254,8	176,8
Ekim	260	182
Kasım	265,2	187,2
Aralık	265,2	187,2
Ortalama	260	182

Tablo 4. Klasik ve Döner Döküm İşçilik Süresi Farklılıklarının İstatistiksel Olarak Analizi

	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif sıra	12	6,5	78		
Pozitif sıra	0	0,00	0,00	-3,464	0,001
Eşit	0				

Toplanan verilerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın varlığı Wilcoxon testi yardımıyla analiz edilmiştir. Tablo 4'ten anlaşılacağı üzere, Uygulama öncesi Klasik döküm işlemi ile Döner döküm işlemleri arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Yani, grup uygulamaları sonunda döner döküm gurubuna ait veriler anlamlı biçimde azalmıştır. Kullanılan işçilik önceki uygulamaya göre daha düşük düzeydedir. Araştırma için geliştirilen “H1b: Teknolojinin yenilenmesi Döküm işlem sürecini kısaltır” hipotezi bu veriler ışığında kabul edilmiştir.

İki Farklı Teknolojinin Yakıt Tüketim Karşılaştırması

Teknolojinin verimlilik üzerine etkisinin yanında enerji kullanımı da önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknoloji seçiminde üretkenliğin artması tek başına yeterli değildir. Enerji kullanımı da sabit olmalı ya da daha az tüketim gerçekleştirilmelidir. Çalışmamızda her iki makinenin yakıt tüketimleri kayıt altına alınarak Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Yakıt Miktarlarına İlişkin Alınan 12 Aylık Veriler

Aylar	Uygulama Öncesi (Klasik)	Uygulama Sonrası (Döner)
Ocak	30732	30898,4
Şubat	31356	31252
Mart	30264	30212
Nisan	30160	30056
Mayıs	29900	29910,4
Haziran	29754,4	29692
Temmuz	29328	29328
Ağustos	29130,4	29120
Eylül	29484	29598,4
Ekim	29796	29900
Kasım	29952	29754,4
Aralık	30118,4	29484
Ortalama	29997,93	29933,8

Her iki makine de fueloil kullanmaktadır ve makinelerin aylık yakıt sarfiyatları Tablo 5'te sıralanmıştır.

Tablo 6. Klasik ve Döner Döküm Makinelerinin Yakıt Tüketimi Farklılıklarının İstatistiksel Olarak Analizi

	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif sıra	7	5,93	41,50		
Pozitif sıra	4	6,13	24,50	-0,758	0,449
Eşit	1				

Toplanan verilerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığı Wilcoxon testi yardımıyla analiz edilerek ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tablo 6'da Test sonuçları yer almaktadır. Uygulama öncesi Klasik döküm işleminde kullanılan yakıt miktarı ile Döner döküm işlemleri sırasında kullanılan yakıt miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Söz konusu makinelerin yakıt kullanımları açısından birbirlerinden farklı değildir. "H1c: Teknolojinin yenilenmesi enerji tüketimini değiştirmez" hipotezi istatistiki verilere göre kabul edilmiştir.

Mamul Çıktısı Karşılaştırması

Her iki makinenin mamül çıktıları kayıt altına alınarak Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Mamul Çıktıları İçin Alınan 12 Aylık Veriler

Aylar	Uygulama Öncesi (Klasik)	Uygulama Sonrası (Döner)
Ocak	12896	19084
Şubat	12688	18980
Mart	12844	19136
Nisan	13000	19188
Mayıs	13052	19188
Haziran	13052	19344
Temmuz	13104	19396
Ağustos	13208	19500
Eylül	13104	19396
Ekim	13104	19292
Kasım	13000	19240
Aralık	12948	19136
Ortalama	13000	19240

Mamul çıktıları bir işletmenin verimlilik açısından en önemli göstergelerinden birisidir. İşletmenin standart döküm işlemleri için kullanılan işçilik saati,

hazırlanma saati ve yakıt kullanımının yanında mamul çıktılarının da verileri toplanarak Tablo 7’de 12 aylık olarak belirtilmiştir. Bu veriler incelendiğinde döner döküm ocak çıktılarının klasik döküm ocaklarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu veri istatistiki olarak verimli demek için yeterli değildir.

Tablo 8. Klasik ve Döner Döküm Makinelerinden Elde Edilen Mamul Farklılıklarının İstatistiksel Olarak Analizi

	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif sıra	0	0,00	0,00		
Pozitif sıra	12	6,5	78	-3,114	0,002
Eşit	0				

İki farklı zamanda ocakların oluşturduğu çıktı rakamları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın varlığı Wilcoxon testi yardımıyla analiz edilmiştir. Tablo 8.’de görüleceği üzere, Uygulama öncesi Klasik döküm işlemi ile Döner döküm işlemleri arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Söz konusu farklılık Döner sistemi lehine gerçekleşmiştir. Yani, grup uygulamaları sonunda döner döküm gurubuna ait veriler anlamlı biçimde artmıştır. Elde edilen çıktı miktarı açısından klasik döküm ocağına göre döner döküm ocağı daha verimlidir.

Araştırmada verimlilik artışı için kurgulanan “H1d: Teknolojinin yenilenmesi üretim artışını sağlar” hipotezi elde edilen istatistiki analizler sonucunda kabul edilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Tablo 9’da yeni ve eski teknoloji makinelere ait veriler belirtilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası döküm için harcanan çalışma saati, döküm süresi, mamul çıktısı ve fueloil tüketimi raporlanmıştır.

Tablo 9. Döküm süresine ilişkin 12 aylık veriler

Uygulama Öncesi ve Sonrası Aylık Üretim Parametreleri		
Döküm İçin Harcanan Çalışma Saati	Uygulama Öncesi	780 Saat
	Uygulama Sonrası	546 Saat
Döküm Süresi	Uygulama Öncesi	260 Saat
	Uygulama Sonrası	182 Saat
Mamul Çıktısı	Uygulama Öncesi	13000 KG
	Uygulama Sonrası	19240 KG

Fueloil Tüketimi	Uygulama Öncesi	29997,93 KG
	Uygulama Sonrası	29933,8 KG

Yine döküm sürecinde söz konusu iki ergitme ocağı karşılaştırıldığında döner ergitme ocağının ayarlanabilir döküm yolluğu sayesinde kalıplara dökülecek ergimiş alüminyumun kesintisiz bir şekilde akışının sağlanması ile sabit reverber ocakta saatte 0,8 ton ergimiş haldeki alüminyum kalıplara dökülürken, döner ergitme ocağında bu miktar saatte 1,69 ton olarak gerçekleşmektedir. Aynı şekilde söz konusu ergitme ocaklarının döküm sürecindeki ton başına yakıt tüketimi karşılaştırıldığında iki ocak aynı ergitme brülörü kullanılarak ergitme süreci aynı sürede olmak üzere ve aynı miktarda yakıt tüketmesine rağmen sabit reverber ergitme ocağı 4 ton alüminyum külçe üretmesine karşılık olarak, döner ergitme ocağı 5,92 ton alüminyum külçe üretmektedir.

İki ergitme ocağının döküm şarj süreleri karşılaştırıldığında döner ergitme ocağı toplam döküm ve şarj sürecindeki çalışan saat ihtiyacı açısından daha ekonomik bir alüminyum üretim kabiliyetine sahipken saat başına üretilen alüminyum miktarı ile de daha operatif bir yapıya sahip olmaktadır.

Ergitme ocaklarının ekonomik ömrü karşılaştırıldığında ise yine döner reverber ergitme ocağının daha verimli olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise döner reverber ergitme ocağının kendi eksenindeki döner yapısı sayesinde brülör vasıtasıyla ergitme ocağının içine verilen ısının daha homojen ve etkin dağılımı sayesinde döner ergitme ocağının iç yüzeyindeki tuğlaların aşırı ısınması önlenerek bu surette kullanım ömrünün uzatılmasıdır.

Tablo 10. Klasik ve Döner Reverber Kullanımında İşgücü ve Enerji İstatistikleri

	Şarjdaki Ton Başına Harcanan Çalışma Süresi	Saatteki Şarj Miktarı
Klasik	6 Saat	500kg
Döner	3.2 Saat	623kg
	Dökümdeki Ton Başına Harcanan Çalışma Süresi	Saatteki Döküm Miktarı
Klasik	1.77 Saat	800 Kg
Döner	3.75 Saat	1691 Kg

Üretim girdilerindeki iki ek maliyet ise döner ergitme ocağının dezavantajı gibi gözükmemektedir. Bunlar alüminyumun ergitilmesi sonucu ortaya çıkan

alüminyum fire miktarı ile döner ergitme ocağının dönmesinin sağlayan redüktöre bağlı elektrik motorunun sarfiyatıdır.

Üretilen mamulün kalitesi açısından bakıldığında yine döner ergitme ocağının, ergitme esnasında kendi eksenini etrafında 360 derecelik karıştırma yapması sonucu daha yüksek kaliteli alüminyum alaşım elde edilmektedir. Bu da üretim ve döküm verimliliği açısından önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan bu uygulamalar neticesinde üretim parametrelerinde önemli iyileştirmeler sağlanmıştır. İlk olarak döküm için harcanan çalışma saati 15 saatten 10,5 saate düşürülmüştür. Böylece işletmenin daha uzun süre üretim yapması mümkün hale gelmiştir. Döküm süresi ise 5 saatten 3,5 saate düşürülmüştür. Mamul çıktılarını bakımından değerlendirildiğinde 16 Kg'lık birimlerden uygulama öncesinde 250 adet elde edilebilirken uygulama sonrasında 370 adede ulaşılmıştır. Yakıt tüketimi açısından incelendiğinde her iki ocağında benzer tüketim sarfiyatının olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma saati ve üretimde elde edilen çıktı miktarı ile kıyaslandığında artış tespit edilmiştir. Son olarak toplam günlük çıktı miktarı uygulama öncesinde günlük 8000kg birimden 11840kg birime yükselmiştir.

Tablo 10'da görüldüğü üzere uygulamada eskiden klasik reverber kullanılırken uygulama neticesinde döner reverbere geçilmiştir. Bu değişikliklerle ilgili elde edilen bulgular incelendiğinde işgücü ve enerji açısından da önemli iyileştirmelerin olduğu görülmektedir. Klasik reverber kullanımında şarjdaki ton başına harcanan çalışma süresi 6 saatten 3,2 saate inmiştir. Bu gelişmeyle birlikte saatteki şarj miktarı 500kg'den 623kg'ye yükselmiştir. Dökümde harcanan çalışma süreleri açısından incelendiğinde klasik reverber kullanımında 1,77 saatte 800kg işleme gerçekleşirken, döner reverber ile 1691 kg işleme hacmi elde edilmiştir.

Sonuç olarak işletmenin verimliliğinde önemli artışlar tespit edilmiştir. Nitekim toplam çalışma süresi değişmemiş ve bu sürede elde edilen mamul miktarı yükselmiştir. Yakıt tüketiminde çok cüzi bir artış olduğu gözlenirse de ortaya çıkan mamul miktarı ile oranlandığında tasarruf edildiği görülmektedir. En büyük kısıt olan döner reverber ediniminin maliyetinin çıkarılmasında da yatırımın geri dönüşünde bir problem olmadığı gözlenmektedir. Sonuç olarak işletme açısından faydalı sonuçlar ortaya koyan bir uygulamanın gerçekleştirilmiş olduğu ümit edilmektedir.

Çalışmamızın ana hipotezi olan H1:“Teknolojinin yenilenmesi işletmenin üretim verimliliğini artırır.” yapılan analizler sonucunda kabul edilmiştir. Yeni teknoloji döküm sistemlerinin alüminyum sanayiinde verimliliği arttırdığı ispatlanmıştır.

Bu araştırma işletmelerin teknolojiye yatırım yaparak rekabet edebileceğinin istatistiki olarak kanıtını sunmaktadır. Araştırmanın bulguları doğrultusunda, işletme yöneticilerine ve işletmelerde çeşitli öneriler sunulmaktadır. Bu öneriler kısaca şunlardır:

- Elde edilecek verimlilik artışı ve üretim teknolojisinin maliyet hesaplarının yapılması teknoloji yatırımı yapacak işletmelere sunulacak ilk öneri olmalıdır.
- Yeni teknolojilerin verimliliği arttırmasının yanında bazı problemleri de beraberinde getirebileceği söylenebilir. Özellikle kalifiye eleman ve yedek parça maliyetleri değerlendirmeye tabi tutulmalıdır.

Bu araştırmanın ileride yapılacak çalışmalara da yol göstermesi beklenmektedir. Araştırma, sadece alüminyum imalat sektöründe yapıldığından, diğer sektörlerde de araştırma yapılması konunun gelişimine katkı sağlayacaktır. Bu çalışma Türkiye’de Kahramanmaraş ilinde alüminyum imalat sektöründe uygulanmıştır. İmalat teknolojilerine yatırımın verimliliği arttıracağına dair genelleme yapılabilmesi için, diğer illerde ve sektörlerde araştırmaların ve kıyaslamaların yapılması son derece önemlidir.

KAYNAKÇA

- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- Gürler, İ. ve Güler, Mehmet E. (2009). Üretim süreçlerinde kullanılan teknoloji için seçim kriterleri ve süreçlerin yeniden yapılandırılmasında simülasyon uygulaması, *Akademik Bakış*, 9 (2), 623-635
- İpekten, O. B. (2012). *Tedarik ve üretim fonksiyonu*. İçinde Ö. F. İşcan, (Ed.), *İşletme Bilimlerine Giriş*, Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını (ss. 174-192).
- Kağncıoğlu, C. H. (2018). *Üretim yönetimi*. Anadolu Üniversitesi.
- Kalaycı, Ş. (2005). *SPSS Uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Asil Yayınları.
- Karadal, F. ve Türk, M. (2008). İşletmelerde teknoloji yönetiminin geleceği, *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, Haziran, 1(1), 59-71.
- Karagöz, Y. (2016). *SPSS ve AMOS23 Uygulamalı istatistiksel analizler*. Nobel Yayınları.
- Kobu, B. (2005). *Üretim yönetimi*, 12. Baskı, Beta Basım.

Korucuk, S. (2019). Üretim işletmelerinde verimliliğin önündeki engellerin ve verim artırıcı tekniklerin bütünleşik Ahp-Topsis ile sıralanması: Erzurum ili örneği, *Verimlilik Dergisi*, 1, 219-241

Tutar, H. (2012). *Araştırma, geliştirme ve yenilik yapma*. İçinde Ö. F. İşcan, (Ed.), *İşletme Bilimlerine Giriş*, Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını (ss. 256-275), ISBN: 978-975-442-214-6.

Ustasüleyman, T. (2001), *İşletmelerde verimlilik ölçme ve değerlendirme modelleri: Kazukiyo Kurosawa modeli ve bir uygulama*, [Yayınlanmamış Doktora Tezi] Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Zaim, S. (1997). *Çalışma ekonomisi*. 10. Baskı, Filiz Kitabevi.